

**ACADEMIA NACIONAL
DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

ISSN 0327-8093

**ANALES DE LA ACADEMIA
NACIONAL DE AGRONOMÍA Y
VETERINARIA**

TOMO LXX

2017



**BUENOS AIRES
REPÚBLICA ARGENTINA**

**ACADEMIA NACIONAL
DE
AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

ISSN 0327-8093

Fundada el 16 de Octubre de 1909

Avda. Alvear 1711 -2º Piso- C.P. 1014 – Buenos Aires

Tel. /Fax: 4812-4168 – 4815-4616

Email: academia@anav.org.ar

**ANALES DE LA ACADEMIA
NACIONAL DE AGRONOMÍA Y
VETERINARIA**

TOMO LXX

2017



**BUENOS AIRES
REPÚBLICA ARGENTINA**

**ACADEMIA NACIONAL
DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

COMISIÓN DIRECTIVA

Dr. Carlos O. Scoppa	Presidente
Ing. Agr. Lucio G. Reca	Vicepresidente Primero
Dr. Emilio J. Gimeno	Vicepresidente Segundo
Ing. Agr. Rodolfo G. Frank	Secretario General
Dr. Jorge L. Frangi	Secretario de Actas
Ing. Agr. Martín Oesterheld	Prosecretario
Dr. Jorge O. Errecalde	Tesorero
Dr. Bernardo J. Carrillo	Protesorero
Ing. Agr. Roberto R. Casas	Vocal

ÓRGANO FISCALIZADOR UNIPERSONAL

Dr. Juan A. Schnack	Titular
Ing. Agr. Alberto de las Carreras	Suplente

ACADÉMICOS HONORARIOS

Designados en el país y en el extranjero

BAUR Erwin

BOERGER Alberto

BORLAUG Norman Ernest

ESCALANTE Wenceslao

FINZI Guido

GORDON ORDAS Félix

GUINIER Philibert

KEESOM Willem Hendrik

LESAGE Julio

MARAÑON Gregorio

ORLA-JENSEN, Sigurd

OSTERTAG Robert von

RAMON Gastón

RICARD Joseph-Honoré

SANZ EGAÑA Cesáreo

SCHULTZ Theodore

William

VALLEE Henri

YOUNG Thomas Dunlop

PRESIDENTES HONORARIOS

† Dr. M.V. Antonio Pires (1986)

† DR. M.V. Norberto Ras (2001)

ACADÉMICOS DE NÚMERO

Nombre	Sitial	Nacimiento	Designación	Título
BARRETT Wilfredo H.	21	15/08/1925	14/11/1991	Ing. Agr./Ph.D.
BELLINZONI Rodolfo C.	34	06/01/1957	13/10/2016	Dr. M.V.
CALVELO Antonio J.	5	09/11/1927	10/06/1999	Ing. Agr.
CANTET Rodolfo J/ C.	31	17/03/1954	13810/2016	Ing. Agr./Ph.D.
CARRILLO Bernardo J.	20	18/11/1931	13/08/1992	Dr. M.V./Ph.D.
CARUGATI Alberto Angel	17	13/11/1941	11/04/2013	Dr. M. V.
CASAS Roberto R.	1	27/01/1946	07/12/2005	Ing. Agr.
CRISCI Jorge Víctor	38	22/03/1945	17/05/2001	Dr. C. N.
ERRECALDE, Jorge Oscar	30	24/10/1949	13/08/2009	Dr. C. V.
FRANGI Jorge	32	29/04/1947	11/12/1997	Dr. C.N.
FRANK Rodolfo Guillermo	23	23/12/1935	13/04/2000	Ing. Agr.
GARCIA TOBAR, Julio Alberto	18	22/11/1938	11/08/2011	M.V./Ph.D.
GIMENO Eduardo J.	10	17/12/1948	13/04/2000	Dr. M.V./Ph.D.
GIMENO Emilio J.	3	10/02/1930	22/08/1997	Dr. M.V.
GOMEZ Nélida Virginia	6	22/09/1950	12/06/2008	Dr. M. V.
GUTIERREZ Horacio Francisco	22	01/11/1932	09/11/2017	Ing. Agr.
HALL Antonio Juan	11	01/03/1942	14/08/2003	Ing. Agr. Ph.D.
LEOTTA Gerardo A.	9	27/06/1970	09/06/2016	Dr. M.V.
MALIANDI, Florestán S.	29	25/02/1947	09/11/2017	Dr, M. V.
MARZOCCA Angel	39	17/07/1925	19/04/1990	Ing. Agr.
MIGUENS, Luciano	14	28/02/1937	08/10/2009	M.V.
OESTERHELD, Martín	16	27/08/1958	09/09/2010	Ing. Agr./Ph.D.
PALMA Eduardo L.	12	13/12/1942	12/06/1997	Dr. Quím.
PASCALE Antonio Juan	13	24/01/1921	11/12/2003	Ing. Agr.
PORTIANSKY Enrique Leo	4	02/10/1958	12/12/2013	Dr. M.V.
RECA Lucio Graciano	8	25/07/1931	14/10/2004	Ing. Agr./Ph.D.
SADIR Ana María	26	10/02/1947	13/10/2016	Dra. Bioquím.
SALAMONE Daniel F.	35	21/05/1960	13/10/2016	Dr. M.V.
SANCHEZ Rodolfo A.	24	04/02/1939	12/11/1998	Ing. Agr./Ph.D.
SATORRE Emilio H.	37	25/08/1957	13/10/2016	Ing. Agr./Ph.D.
SCHNACK Juan Alberto	36	07/04/1943	17/05/2001	Dr. C. N.
SCHUDEL Alejandro A.	28	07/07/1942	12/06/1997	Dr. C.V.
SCOPPA Carlos O.	27	14/10/1939	12/08/1993	Dr. C.N.
VALLE César D.	25	01/04/1942	09/06/2016	M.V.

ACADÉMICOS DE NÚMERO FALLECIDOS

Nombre	Sitial	Nacimiento	Designación	Fallecimiento	Título
AGOTE José María Leonardo	D	6/11/1867	06/06/1910	29/06/1919	Dr. M.V.
AGRASAR Ramón E.	1	02/06/1922	13/06/1996	04/08/2000	Ing. Agr.
AMADEO Tomás Aurelio	1	25/9/1880	13/02/1925	01/12/1950	Ing. Agr./Dr. C.J.
ANCHORENA Joaquín S. de	2	28/8/1876	00/00/1941	19/07/1961	Abogado
ARAMBURU Héctor G.	30	05/12/1916	09/06/1976	08/05/2009	Dr. M.V.
ARATA Pedro N.	D	29/10/1849	02/05/1910	05/11/1922	Dr. Quím.
ARENA Andrés Ricardo	30	29/01/1887	00/00/1944	15/01/1971	Dr. M.V.
ARRIAGA Héctor O.	37	28/04/1926	13/11/1985	06/04/2000	Ing. Agr.
AUBONE Guillermo R.	19	11/10/1891	00/00/1944	26/04/1960	Ing. Agr.
BARBARA Belarmino	30		13/02/1925		Dr. M. V.
BAUDOU Alejandro C.	29	19/10/1899	22/08/1963	02/05/1985	Dr. M. V.
BENEDIT Pedro	D	9/12/1857	02/05/1910	19/12/1924	Dr. Medicina
BENGOLEA Abel	D	03/06/1860	02/05/1910	16/05/1925	Abogado
BIDART Ramón	D		06/06/1910	28/05/1923	Dr. M. V.
BIGNOLI Darío P.	31	25/07/1922	12/11/1998	09/04/2012	Ing. Agr.
BORDELOIS P. Gastón	19	04/07/1899	05/12/1967	12/12/1980	Ing. Agr.
BORSELLA Jorge	4	20/01/1922	08/11/1990	20/11/1998	Dr. M. V.
BOSSI Virginio	D31	0/0/1865	02/05/1910	0/9/1942	Dr. M. V.
BOTTO Alejandro	16	13/08/1882	00/00/1926	20/05/1942	Ing. Agr.
BRUNINI Vicente	5	22/01/1903	16/09/1956	23/10/1972	Ing. Agr.
BUIDE Raúl	25	7/10/1912	17/4/1984	11/5/2015	Dr. M. V.
BURGOS Juan Jacinto	23	15/03/1915	16/07/1969	27/11/1999	Ing. Agr.
BURKART Arturo	16	25/09/1906	04/11/1960	25/04/1975	Ing. Agr.
BUSTILLO José María	34	15/08/1884	00/00/1943	16/12/1974	Ing. Agr.
CABRERA Angel (p.)	11	19/02/1879	00/00/1942	07/07/1960	Dr. Fil.y L.
CABRERA Angel Lulio (h.)	5	19/10/1908	13/05/1981	08/07/1999	Dr. C.N.
CANDIOTI Agustín N.	31	27/03/1879	00/00/1942	23/09/1966	Dr. M. V.
CANEPA Ernesto	3	16/09/1886	00/00/1941	01/09/1944	Dr. M. V.
CANO Alberto J.	35	08/02/1912	12/10/1989	30/05/2004	Dr. M.V.
CARCANO Miguel Angel	8	18/07/1889	00/00/1946	09/05/1978	Dr. C.J.

ACADÉMICOS DE NÚMERO FALLECIDOS

Nombre	Sitial	Nacimiento	Designación	Fallecimiento	Título
CARCANO Ramón J.	D8	18/4/1860	02/05/1910	19/06/1946	Dr. C.J.
CARRAZZONI José Andrés	9	19/03/1927	08/07/1993	14/01/2000	Dr. M.V.
CASARES Miguel F.	12	25/11/1883	00/00/1941	05/01/1974	Ing. Agr.
CATTANEO Pedro	29	15/09/1912	12/10/1989	29/03/2000	Dr. Quim.
CONI Emilio Angel	5	6/2/1886	00/00/1926	03/05/1943	Ing. Agr.
DE LAS CARRERAS Alberto E.	34	2/3/1929	22/8/1997	11/7/2016	Ing. Agr.
DE SANTIS Luis	36	16/05/1914	10/11/1982	02/08/2000	Ing. Agr.
DEMARCHI Alfredo	D13	12/10/1857	02/05/1910	16/08/1937	Ing. Civil
DEVOTO Franco Enrique Domingo	22	16/5/1886	00/00/1926	05/04/1956	Ing. Agr.
DIMITRI Milan J.	13	03/02/1913	17/04/1984	21/02/1994	Ing. Agr.
ECKELL Osvaldo Alberto	17	10/06/1905	00/00/1950	18/12/1974	Dr. M.V.
FAVRET Ewald	16	11/07/1921	09/06/1976	25/01/1992	Ing. Agr.
FERNANDEZ ITHURRAT Edilberto	4	17/6/1892	19/10/1960	14/07/1974	Dr. M.V.
FERNANDEZ VALIELA Manuel V.	19	17/4/1910	13/11/1985	29/8/2015	Ing. Agr.
FOULON Luis Alberto	1	05/11/1901	24/08/1956	07/04/1963	Ing. Agr.
FRERS Emilio	D	9/11/1854	02/05/1910	28/06/1923	Abogado
FRERS Julián	23	30/11/1867	00/00/1941	06/01/1956	Ing. Agr.
GALLARDO Angel	D	19/11/1867	06/06/1910	13/05/1934	Ing. Civ./Dr. C. Nat.
GALLO Guillermo G.	17	16/01/1924	10/06/1981	29/08/2008	Dr. M.V.
GARCIA MATA Enrique	27	18/12/1908	24/10/1962	23/01/1999	Dr. M.V.
GARCIA MATA Rafael	8	12/03/1912	10/06/1981	26/04/2005	Ing. Agr.
GARCIA Ubaldo Casimiro	13	02/11/1909	13/06/1996	22/02/2001	Ing. Agr.
GIROLA Carlos D.	32	17/4/1867	00/00/1926	05/12/1934	Ing. Agr.
GIUSTI Leopoldo	7	25/1/1889	00/00/1926	29/09/1958	Dr. M.V.
GODOY Juan Carlos	9	08/12/1915	17/05/2001	06/11/2008	Dr. M. V.
GÜIRALDES Manuel José	D25	19/1/1857	06/06/1910	24/09/1941	
HALBINGER Roberto E.	12	02/10/1924	13/08/1992	20/09/1996	Ing. Agr.
HARY Pablo	34	01/07/1901	06/07/1989	04/02/1995	Arq./Ing.Agr. h.c.
HELLMAN Mauricio	9	20/09/1909	05/12/1967	03/06/1985	Dr. M.V.
HUERGO José M. (h)	D		06/06/1910		Ing. Agr.

ACADÉMICOS DE NÚMERO FALLECIDOS

Nombre	Sitial	Nacimiento	Designación	Fallecimiento	Título
HUNZIKER Juan Héctor	11	26/08/1925	08/06/1977	17/03/2003	Ing. Agr.
IBARBIA Diego Joaquín	14	01/02/1906	24/04/1960	04/09/2004	Ing. Agr. /Abog.
INCHAUSTI Daniel	9	10/4/1886	13/02/1925	25/04/1962	Dr. M. V.
ISOURIBEHERE Pedro J.	D	1877	06/06/1910	1923	Ing. Agr.
JOANDET Guillermo E.	7	17/02/1938	11/12/1997	06/07/2007	Ing. Agr.
KUGLER Walter F.	32	04/12/1911	05/12/1967	07/05/2001	Ing. Agr.
LAGLEYZE Pedro	D	3/9/1855	02/05/1910	14/08/1916	Dr. Medicina
LAHILLE Fernando	15	18/8/1861	00/00/1926	13/07/1940	Dr. Med./ Dr.C.N.
LANUSSE Arturo	17	1870	00/00/1926	12/09/1944	Dr. M.V.
LAVALLE Francisco P.	D	18/11/1861	02/05/1910	30/09/1929	Dr. Medicina
LAVENIR Claudio Pablo	14	25/10/1858	00/00/1926	22/12/1947	Ing. Agr.
LE BRETON Tomás A.	18	20/3/1868	00/00/1926	17/02/1959	Abogado
LEON Rolando Juan Carlos	37	28/8/1932	13/4/2000	11/11/2015	Ing. Agr. / Dr.
LIGNIERES José	D	26/7/1868	02/05/1910	20/10/1933	Dr. M.V.
LINDQUIST, Juan C.	40	09/11/1899	12/05/1988	02/11/1990	Ing. Agr.
LIZER Y TRELLES Carlos A.	15	5/8/1887	00/00/1942	17/08/1958	Ing. Agr.
MANZULLO Alfredo	10	09/02/1909	21/05/1975	25/05/1999	Dr. M.V.
MARCHIONATTO Juan B.	5	19/8/1896	00/00/1949	01/01/1955	Ing. Agr.
MAROTTA F. Pedro	21	2/6/1886	13/02/1925	04/04/1955	Ing. Agr.
MARSICO Dante F.	33	13/12/1919	09/12/1993	05/06/1999	Ing. Agr.
MARTINO Olindo Adrián Luis	29	09/07/1930	09/06/2016	01/02/2017	Dr. Med.
MARTINOLI Cayetano	D33	0/8/1871	02/05/1910	20/03/1945	Dr. M.V.
MAZOTI Luis Bernabé	16	17/09/1911	08/07/1993	09/12/1998	Ing. Agr.
MENDEZ Julio	D	8/11/1858	02/05/1910	08/08/1947	Dr. Medicina
MIZUNO Ichiro	1	07/02/1923	08/06/1977	06/05/1993	Ing. Agr.
MONTALDI Edgardo Raúl	38	03/12/1926	13/11/1985	27/12/2000	Ing. Agr.
MONTANARI Moldo	D19	12/9/1860	02/05/1910	25/07/1937	Dr. C. Agr.
MONTEVERDE José J.	28	24/07/1912	16/07/1969	30/10/1982	Dr. M.V.
MORALES BUSTAMANTE José	6	00/00/1879	00/00/1941	01/08/1958	M.V./Gral.

ACADÉMICOS DE NÚMERO FALLECIDOS

Nombre	Sitial	Nacimiento	Designación	Fallecimiento	Título
MORINI Emilio G.	26	08/06/1917	09/08/1978	21/07/2017	Dr. M. V.
MURTAGH Juan Nicanor	20	10/1/1866	00/00/1926	15/11/1947	Dr. M.V.
NEWTON Oscar M.	25	7/6/1886	00/00/1944	17/08/1979	Dr. M. V.
ORTEGA Gabriel Oscar	23	23/01/1909	02/05/1962	11/08/1965	Ing. Agr.
PAGES Pedro T.	34		13/02/1925	29/04/1938	Ing. Agr.
PALMA Pascual	D	1865	06/06/1910	18/09/1924	Dr. Medicina
PARODI Lorenzo Raimundo	24	25/1/1895	00/00/1926	21/04/1966	Ing. Agr.
PASTRANA, José A.	40	19/03/1907	09/12/1993	13/07/1994	Ing. Agr.
PEREYRA IRAOLA Leonardo	D27	00/00/1870	06/06/1910	24/01/1942	Abogado
PEROTTI Rodolfo M.	31	09/04/1915	17/04/1984	25/10/1999	Dr. M. V.
PIRES Antonio	3	09/10/1904	24/08/1956	23/09/1989	Dr. M. V.
POUS PEÑA Eduardo	15	30/8/1897	24/04/1963	18/07/1988	Ing. Agr.
PREGO, Antonio J.	1	07/09/1915	08/07/1993	17/10/1993	Ing. Agr.
QUEVEDO José M. (h.)	20	24/10/1906	21/05/1975	22/07/1991	Dr. M. V.
QUEVEDO José M. (p.)	35	13/2/1879	13/02/1925	09/09/1940	Dr. M. V.
QUIROGA Santiago S.	20	24/10/1906	00/00/1948		Dr. M.V.
RAGONESE Arturo E.	21	13/02/1909	21/11/1962	17/01/1992	Ing. Agr.
RAMOS MEXIA Ezequiel	12	15/12/1852	00/00/1926	07/11/1935	Abogado
RAS Norberto P.	18	05/04/1926	09/06/1976	16/09/2010	Dr. M.V.
REICHART Manfredo A.L.	22	25/02/1913	29/08/1974	11/12/2002	Ing. Agr.
REICHART Norberto A. R.	2	09/10/1914	06/07/1989	09/10/2004	Ing. Agr.
REICHERT Federico	4	3/11/1878	00/00/1933	02/06/1953	Dr. Quím.
RIVENSON Scholein	6	20/06/1918	11/12/1997	17/07/2001	Dr. M.V.
ROCA Julio A.	D	17/7/1843	02/05/1910	19/10/1914	Tte. Gral.
ROSENBUSCH Carlos T.	6	03/12/1913	09/12/1993	23/06/2003	Dr. M. V.
ROSENBUSCH Francisco C.	26	18/4/1887	00/00/1926	15/02/1969	Dr. M.V.
ROTTGARDT Abel A.	6	3/2/1896	19/10/1960	27/03/1975	Dr. M.V. /Dr. Med.
SANTA MARIA Héctor C.	11	08/01/1918	21/08/1975	29/05/1976	Ing. Agr.

ACADÉMICOS DE NÚMERO FALLECIDOS

Nombre	Sitial	Nacimiento	Designación	Fallecimiento	Título
SAUBERAN Carlos	22	06/02/1904	19/12/1962	21/04/1972	Ing. Agr.
SCHANG Pedro J.	10	23/10/1896	24/08/1956	06/12/1969	Dr. M.V.
SCHATZ Ricardo	D	00/00/1867	02/05/1910	01/09/1929	Dr. Medicina
SCHNACK Benno J.	36	26/08/1910	09/08/1978	24/03/1981	Ing. Agr.
SERRES José Rafael	33	8/2/1887	00/00/1942	22/10/1977	Abog./Veterinario
SIVORI Enrique M.	5	10/08/1910	21/08/1975	05/01/1979	Ing. Agr.
SIVORI Federico	29	13/3/1871	00/00/1926	17/05/1958	Dr. M.V.
SOLANET Emilio	35	28/4/1887	00/00/1945	07/07/1979	Dr. M.V.
SORIANO Alberto	24	27/08/1920	29/08/1974	20/10/1998	Ing. Agr.
SORIANO Santos	13	10/10/1899	16/07/1969	17/10/1983	Ing. Agr.
SPANGENBERG Silvio	16	11/1/1882	00/00/1945	10/03/1961	Per. Agr.
SZYFRES Boris	28	06/01/1912	18/12/1993	09/11/1996	Dr. M.V.
TAGLE Ezequiel	7	12/06/1908	29/08/1974	03/04/1994	Dr. M.V.
TAKACS Esteban A.	15	11/10/1928	08/11/1990	22/12/2005	Ing. Agr.
TOME Gino A.	16	08/02/1918	12/11/1998	13/08/2009	Ing. Agr.
TORINO Damián	D	20/2/1862	13/02/1925	25/01/1932	Abogado
VAN DE PAS Luis	10	1/12/1874	00/00/1932	11/10/1953	Dr. M.V.
VIVANCO Antonino Carlos	34	29/07/1920	12/10/1995	07/08/1997	Dr. Derecho
ZABALA Joaquín	D	26/11/1872	02/05/1910	21/06/1919	Dr. M.V.
ZANOLLI César	28	28/5/1882	00/00/1926	28/10/1959	Dr. M.V.
ZEMBORAIN Saturnino	13	4/3/1886	00/00/1944	18/12/1967	Ing. Agr.

ACADÉMICOS CORRESPONDIENTES DE LA ARGENTINA

Nombre	Nacimiento	Designación	Título
ANDRADE Fernando H.	28/6/1956	12/4/2012	Ing. Agr./Ph.D.
ARZENO José Luis	3/4/1946	9/6/2016	Ing. Agr.
BERTILLER Mónica Beatriz	25/4/1950	13/12/2014	Ing. Agr. / Dr.
BO Gabriel Amilcar	3/1/1962	13/10/2016	Dr. M.V.
BOTTINI Ambrosio R.	3/12/1948	13/10/2016	Ing. Agr.
CALVINHO Luis Fernando	13/10/1955	13/10/2016	Dr. M.V.
CALZOLARI Alfredo Máximo	2/12/1945	13/11/2014	Ing. Agr. / M. S.
CAMPERO Carlos M.	29/08/1946	9/9/1999	Dr. M.V.
CARBAJO Héctor L.	23/1/1927	10/10/1996	Ing. Agr.
CHAMBOULEYRON Jorge L.	15/11/1934	13/6/1991	Ing. Agr. Dr. C.A.
COSCIA Adolfo Antonio	28/10/1922	10/10/1996	Dr. Cs. Económ.
CUCCHI Nello José Antonio	3/10/1926	12/7/2012	Dr. C. A.
CURSACK Horacio A.	25/1/1932	22/8/1997	Dr. M.V.
DE LA PEÑA Martín R.	19/10/1941	10/4/1997	Méd. Vet.
DELPIETRO Horacio A.	14/1/1932	8/11/1990	Méd. Vet.
DOCAMPO Delia M.	19/3/1929	12/11/1998	Ing. Agr.
DOUCET Marcelo	29/12/1945	10/4/1997	Dr. C. Biológicas
EYHERABIDE Guillermo H.	3/3/1954	8/4/2010	Ing. Agr. / Ph. D.
FERNÁNDEZ Osvaldo A.	2/5/1928	6/7/1989	Ing. Agr.
FERNÁNDEZ Pedro C.O.	17/6/1932	11/12/1997	Ing. Agr.
FIORENTINO Dante C.	1/4/1938	13/4/1992	Ing. For.
GALMARINI Claudio Rómulo	25/2/1962	13/10/2016	Ing. Agr.
GLAVE Adolfo E.	9/5/1933	13/6/1991	Ing. Agr.
GUGLIELMONE Alberto A.	013/1/1949	10/10/2011	M.V. / Ph. D.
GUZMÁN Carlos Alberto	10/3/1936	13/9/2012	Dr. Farm. y Bioq.
JOBAGY GAMPEL Esteban G.	10/9/1968	13/11/2014	Ing. Agr. / Ph. D.
LANUSSE Carlos Edmundo	20/5/1959	13/8/2009	Méd. Vet. / Ph. D.
LENARDÓN Sergio Luis	17/11/1952	13 /9/2012	Ing. Agr. / Ph. D.
LUQUE Jorge Alfredo	26/11/1920	11/09/1976	Ing. Agr.
MARCH Guillermo Juan	2/9/1945	8/10/2015	Ing. Agr.
MARIOTTI Jorge A.	22/5/1941	10/10/1991	Ing. Agr.
MROGINSKI Luis A.	4/9/1946	10/12/1998	Ing. Agrón.

ACADÉMICOS CORRESPONDIENTES DE LA ARGENTINA

Nombre	Nacimiento	Designación	Título
NASCA Antonio José	15/9/1929	12/8/1981	Ing. Agr.
NOME HUESPE Sergio F.	29/8/1937	10/10/1984	Ing. Agr.
NOSEDA Ramón Pedro	20/7/1945	13/9/2007	Méd. Vet. / Bacteriol.
ORIOLO Gustavo A.	11/9/1933	9/11/1995	Ing. Agr. Ph.D.
PLOPER Leonardo Daniel	25/4/1954	13/11/2014	Ing. Agr. / Ph. D.
RAPOPORT Eduardo Hugo	3/7/1927	9/8/2007	Dr. C.N.
RAVELO Andrés R.	12/6/1943	10/7/1997	Ing. Agr.
SANCHEZ MERA Marcelo G.	4/7/1949	9/6/2016	Ing. Zoot.
SARAVIA TOLEDO Carlos J.	23/5/1933	11/11/1997	Ing. Agr.
SENIGAGLIESI Carlos	1/1/1946	12/7/2012	Ing. Agr.
SOMOZA Gustavo Manuel	28/3/1957	13/11/2014	Dr. C. Biol.
TACCHINI Jorge	14/7/1929	15/12/1988	Ing. Agr.
TALEISNIK Edith	28/12/1948	13/10/2016	Dra. Biolog.
TRIPPI Victorio Segundo	28/7/1929	24/7/1987	Ing. Agr.
TRUCCO Víctor Hugo	26/6/1944	12/6/2014	Dr. Bioq.
VIGIANI Alberto	19/1/1926	12/8/1999	Ing. Agr.
VIGLIZZO Ernesto Francisco	24/1/1948	8/10/2015	Ing. Agr. / Ph. D.

ACADÉMICOS CORRESPONDIENTES DEL EXTRANJERO

Nombre	País	Nacimiento	Designación	Título
ABT Yitzhak	Israel	1932	12/8/1999	Ing. Agr.
ANADÓN NAVARRO Arturo	España	23/7/1946	11/8/2011	Dr. M.V.
ARÉVALO Roberto A.	Brasil	17/5/1937	12/11/1998	Ing. Agr.
BLUMWALD Eduardo	EE. UU.	13/09/1947	09/11/2017	Ph. D.
CASAS OLASCOAGA Raúl A.	Uruguay	1/10/1926	12/7/2012	Dr. M.V.
CLEGG Michael T.	EE. UU.	1/8/1941	13/09/2007	Ph. D.
DIAZ BONILLA Eugenio	EE. UU.	1/12/1948	13/10/2016	Lic.Ec./Ph.D.
ECHEVERRIA Rubén	Colombia	10/1/1953	13/10/2016	Ing.Agr./Ph.D
EDDI Carlos S.	Italia	23/11/1945	14/09/2006	Dr. M.V.Ph.D.
GAIGNARD Román	Francia	28/2/1936	9/12/1993	Dr. Geogr.
GLIGO VIEL Nicolo	Chile	17/9/1938	11/4/2013	Ing. Agr.
HUGH-JONES Martin Eales	EE. UU.	15/2/1936	9/6/2016	Ph.D.
KITAJIMA Elliot Watanabe	Brasil	12/8/1936	15/12/1988	Dr. Ing. Agr.
MARIÑO HERNANDEZ E.	España	29/6/1954	13/11/2014	Dr.
MELLO Milton Thiago de	Brasil	5/2/1916	11/12/1985	Dr. M. V.
MURPHY Bruce Daniel	Canadá	16/3/1941	15/12/1988	Ph. D.
OCKERMAN Herbert W.	EE.UU.	16/1/1932	11/4/2002	Ph. D.
SAIF Linda J.	EE.UU.	29/6/1947	11/9/2008	Ph. D.
SANTIAGO Alberto Alves	Brasil	30/8/1916	11/12/1985	Ing. Agr.
SCARAMUZZI Franco	Italia	26/12/1926	12/5/1988	Ing. Agr.
VALLAT Bernard	Francia	16/10/1947	9/9/2010	Dr. M. V.

ACADEMICOS CORRESPONDIENTES FALLECIDOS

Nombre	País	Nacimiento	Designación	Fallecimiento	Título
BARBOSA POPLIZIO Ruy	Chile	2/12/1919	13/7/1977	8/6/2014	Ing. Agr.
BARISON VILLARES Joao	Brasil	14/02/1915	24/07/1987	09/04/2003	Dr. M. V.
BAUZA Ernesto A.	Uruguay	1885		01/07/1967	Dr. M. V.
BLANCOU Jean M.	Francia	28/08/1936	13/05/1999	10/11/2010	Dr. M. V.
BONADONNA Telésforo	Italia	30/08/1901	30/06/1965	5/3/1987	Dr. M. V.
BRANDOLINI Aureliano G.	Italia	08/08/1927	11/10/2006	05/09/2008	Dr. C.A.
CAFFARENA Roberto M.	Uruguay	25/05/1921	08/11/1980	17/08/1998	Dr. M. V.
CASARO Adolfo P.	Argentina	10/3/1936	10/10/1996	9/11/2016	Dr. M.V.
CERRIZUELA Edmundo A.	Argentina	17/8/1928	24/7/1987	16/11/2014	Ing. Agr.
CINOTTI Felice	Italia	10/6/1878	00/00/1969	09/08/1978	Dr. M. V.
COVAS Guillermo	Argentina	01/02/1915	09/06/1971	30/08/1995	Ing. Agr.
CRNKO José	Argentina	14/6/1916	10/10/1984	26/8/2014	Ing. Agr.
CUENCA Carlos Luis de	España	10/03/1915	13/07/1977	21/08/1991	Dr. M. V.
CULOT Jean P.	Argentina	06/09/1928	18/08/1996	21/08/2017	Dr. Quím.
DARLAN Luis Alfonso	Argentina	24/08/1917	03/10/1986	14/10/1996	Dr. M. V.
DÖBEREINER Johanna	Brasil	20/11/1924	08/11/1990	05/10/2000	Ing. Agr.
FADDA Guillermo S.	Argentina	26/12/1934	14/05/1992	05/06/2009	Ing. Agr.
FERNANDEZ DE ULLIVARRI R.	Argentina	22/02/1918	12/10/1989	12/12/1989	Ing. Agr.
FOGUET José Luis	Argentina	13/10/1930	14/07/2005	29/11/2017	Per. Agr.
GODOY Ernesto Florencio	Argentina	27/09/1908	28/10/1981	28/05/1983	Ing. Agr.
GRASSI Carlos J.	Venezuela	7/8/1923	14/11/2002	2010	Ing. Agr.
HEMSY Víctor	Argentina	31/07/1931	12/10/1995	13/04/2013	Ing. Agr.
HENDERSON Sir William M.	G. Bretaña	17/07/1913	01/04/1982	29/11/2000	Dr. M. V.
HOROVITZ YARCHO Salomón	Argentina	12/11/1897	00/00/1972	06/01/1978	Ing. Agr.
HUNZIKER Armando T.	Argentina	29/08/1919	13/07/1977	12/12/2001	Ing. Agr.
IWAN Luis G. R.	Argentina	13/2/1931	24/7/1987	7/11/2013	Dr. M. V.
KLEIN Enrique	Argentina	9/8/1889	00/00/1969	06/08/1970	Ing. Agr./Dr.h.c.
KRAPOVICKAS Antonio	Argentina	8/10/1921	11/9/1976	17/8/2015	Ing. Agr.
LEDESMA Néstor René	Argentina	26/2/1914	11/12/1985	6/12/2013	Ing.
LOMBARDEO Oscar J.	Argentina	13/07/1921	08/10/1980	13/06/2001	Dr. M. V.
MANFRINI DE BREWER Mireya	Argentina	22/5/1923	12/6/1997	17/3/2016	Dra. Zool.
MAYER Horacio F.	Argentina	07/07/1912	28/10/1981	07/06/1997	Dr. M. V.
NIJENSOHN León	Argentina	6/8/1918	11/9/1976	16/2/2016	Ing.Agr./Dr.C.A.
OLIVER Guillermo	Argentina	08/02/1927	13/08/1992	24/01/2013	Dr. Quím.

ACADEMICOS CORRESPONDIENTES FALLECIDOS

Nombre	País	Nacimiento	Designación	Fallecimiento	Título
PALACIOS Jorge	Argentina	29/12/1926	12/9/2013	31/3/2015	Ing. Agr.
PAPADAKIS Juan	Grecia	28/03/1903	24/07/1987	00/00/1997	Ing. Agr.
PEDERSEN Troels M.	Argentina	26/09/1916	12/05/1994	05/02/2000	Dr. h.c. C. Nat.
PERDOMO LAFARGUE Eugenio	Uruguay	06/07/1940	14/08/2003	23/08/2009	Dr. M.V.
PESCE DE RUIZ HOLGADO Aída	Argentina	19/05/1926	11/11/1997	06/08/2012	Dr. F. y Bioq.
PLOPER José	Argentina	27/10/1919	11/12/1997	27/03/2000	Ing. Agr.
PONTIS VIDELA Rafael	Argentina	11/01/1911	10/10/1984	15/04/1997	Ing. Agr.
POPPENSIEK Charles George	E. Unidos	18/6/1918	28/10/1981	8/9/2015	Dr. M. V.
RICCIARDI Aldo A.	Argentina	12/03/1927	13/06/1991	29/08/2009	Ing. Agr.
RODRIGUEZ ZAPATA Manuel	Uruguay	27/10/1916	10/10/1991	18/07/2008	Ing. Agr.
ROIG Fidel Antonio	Argentina	16/09/1922	14/12/1995	12/11/2008	Ing. Agr.
ROSELL Ramón Antonio	Argentina	12/02/1930	24/07/1987	23/10/2010	Dr. Quím.
ROVIRA MOLINS Jaime	Uruguay	8/9/1927	13/6/1991	7/9/2006	Ing. Agr.
SAMPER GNECCO Armando	Colombia	9/4/1920	8/11/1990	14/9/2010	Ing. Agr.
TERAN Arturo L.	Argentina	3/8/1932	14/5/1992	26/6/2016	Ing. Agr.
TIZIO Ricardo M.	Argentina	26/10/1923	15/12/1988	16/04/2002	Ing. Agr.
ZAFFANELLA Marino J. R.	Argentina	09/12/1920	08/11/1990	07/11/2004	Ing. Agr.

COMISIONES ACADÉMICAS REGIONALES

COMISIÓN ACADÉMICA AUSTRAL

Ing. Agr. Fernando ANDRADE
Ing. Agr. Mónica Beatriz BERTILLER
Dr. Carlos CAMPERO
Ing. Agr. Héctor CARBAJO
Ing. Agr. Osvaldo FERNÁNDEZ
Ing. Agr. Adolfo GLAVE
Dr. Carlos E. LANUSSE
Ing. Agr. Jorge LUQUE
Dr. Ramón P. NOSEDA
Ing. Agr. Gustavo ORIOLI
Dr. Eduardo H. RAPOPORT
Dr. C. Biol. Gustavo M. SOMOZA

COMISIÓN ACADÉMICA DEL CENTRO

Dr. Gabriel A. BO
Dr. Luis F. CALVINHO
Ing. Agr. Alfredo Máximo CALZOLARI
Dr. Adolfo COSCIA
Dr. Horacio CURSACK
Dr. Martín R. DE LA PEÑA
Ing. Agr. Delia DOCAMPO
Dr. Marcelo DOUCET
Ing. Agr. Guillermo H. EYHERABIDE
Dr. Alberto A. GUGLIELMONE
Dr. Carlos A. GUZMAN
Ing. Agr. Sergio L. LENARDON
Ing. Agr. Guillermo Juan MARCH
Ing. Agr. Sergio NOME HUESPE

Dr. Andrés RAVELO
Ing. Agr. Carlos SENIGAGLIESI
Dra. Edith TALEISNIK
Ing. Agr. Victorio TRIPPI
Dr. Víctor Hugo TRUCCO
Ing. Agr. Ernesto Francisco VIGLIZZO

COMISION ACADEMICA DE CUYO

Ing. Agr. Ambrosio R. BOTTINI
Ing. Agr. Jorge CHAMBOULEYRON
Dr. Nello J. A. CUCCHI
Ing. Agr. Pedro FERNÁNDEZ
Ing. Agr. Claudio R. GALMARINI
ING. Agr. Esteban E. JOBBAGY GAMPEL
Ing. Agr. Jorge TACCHINI

COMISIÓN ACADÉMICA DEL NORESTE

M.V. Horacio DELPIETRO
Ing. Agr. Luis MROGINSKY

COMISIÓN ACADÉMICA DEL NOROESTE

Ing. Agr. José Luis ARZENO
Ing. Ftal. Dante FIORENTINO
Per. Agr. José Luis FOGUET
Ing. Agr. Jorge A. MARIOTTI
Ing. Agr. Antonio NASCA
Ing. Agr. Leonardo Daniel PLOPER
Ing. Zoot. Marcelo SANCHEZ MERA
Ing. Agr. Carlos SARA VIA TOLEDO
Ing. Agr. Al

Índice

MEMORIA DEL EJERCICIO 2017	19
BALANCE DEL EJERCICIO 2017	40
NECROLÓGICAS	55
Dr. Jean Philippe Culot (1928-2017), por el Dr. Carlos Octavio Scoppa.....	55
Dr. Olindo Adrián Luis Martino (1930-2017), por el Dr. Emilio Gimeno	58
Per. Agr. José Luis Foguet (1930-2017). Nota necrológica	60
Dr. Emilio G. Morini (1930-2017). Nota necrológica.....	63
NUEVAS INCORPORACIONES	65
INCORPORACIÓN DEL ACADÉMICO DE NÚMERO ING. AGR. / PH.D. RODOLFO CANTET	66
Presentación por el Dr. Julio García Tobar	66
Identidad por descendencia y regresión ancestral	69
INCORPORACIÓN DEL ACADÉMICO DE NÚMERO MV /MSCI. / PH.D. DANIEL FELIPE	
SALAMONE.....	84
Presentación del Dr. Bernardo J. Carrillo.....	84
Clones, quimeras y otros seres extraordinarios	87
INCORPORACIÓN DEL ACADÉMICO DE NÚMERO ING. EMILIO H. SATORRE	102
Presentación por el Ing. Agr. /Ph.D. Fernando H. Andrade	102
Ciencia y Tecnología en el problema de las malezas de los cultivos extensivos de granos	107
INCORPORACIÓN DEL ACADÉMICO CORRESPONDIENTE DR. AMBROSIO R. BOTTINI..	118
FITOHORMONAS ¿Cómo interpretan las plantas las señales del ambiente?	118
INCORPORACIÓN DE LA ACADÉMICA DE NÚMERO DRA. ANA MARÍA SADIR	125
Nueva generación de vacunas	125
INCORPORACIÓN DEL ACADÉMICO DE NÚMERO DR. RODOLFO BELLINZONI	133
Semblanza del Ing. Agr. Alberto de las Carreras	133
Rol de la Industria Veterinaria en el control y erradicación de la Fiebre Aftosa a nivel global	134
INCORPORACIÓN DE LA ACADÉMICA CORRESPONDIENTE PH.D. EDITH TALEISNIK ...	136
La salinidad. Una oscura amenaza para la agricultura.....	136
INCORPORACIÓN DEL ACADÉMICO DE NÚMERO ING. AGR. / PH.D. LUIS CALVINHO..	148
Presentación por el Dr. Julio García Tobar.....	148
Mastitis bovina: evolución del control en Argentina y nuevos horizontes de investigación	151
INCORPORACIÓN DEL ACADÉMICO CORRESPONDIENTE EN EL EXTRANJERO, DR.	
EUGENIO DÍAZ- BONILLA.....	166
Escenarios futuros del sistema agro-alimentario mundial: algunas reflexiones para América	
Latina y Argentina.....	166
CONCLUSIONES DE LA VI JORNADA INTERACADÉMICA INTERNACIONAL	
.....	246
PREMIOS 2017.....	253
PREMIO PROF. DR. OSVALDO A. ECKELL 2017	255
Palabras del Dr. Héctor Barbenza	255
PREMIO FUNDACIÓN EQUINA ARGENTINA 2017	260
Enfermedades virales y bacterianas del equino	260

PREMIO PROF. DR. ANTONIO PIRES 2017	322
Palabras del Presidente del Jurado Dr. Eduardo Juan Gimeno	322
“Residencia en salud animal”: su importancia en la formación de recursos humanos	325
PRESENTACIÓN DEL LIBRO “LA VACUNACIÓN EN LA PREVENCIÓN, EL CONTROL Y LA ERRADICACIÓN DE LAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS DE LOS ANIMALES”	330
Análisis de los capítulos por el Dr. Emilio Gimeno	330
Presentación del libro por Alejandro A. Schudel	335

Memoria del ejercicio 2017

1-1-2017 al 31-12-2017

De acuerdo a lo establecido en el art. 34 del Estatuto de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, se eleva a consideración del Plenario de la Academia la Memoria del Ejercicio 2017 reseñando lo más destacado realizado durante el ejercicio.

COMISIÓN DIRECTIVA

El manejo técnico-administrativo de la Academia ha estado a cargo de la Comisión Directiva elegida para el trienio 2016-2018 de acuerdo a lo prescripto por el Estatuto. En sus reuniones mensuales y/o en toda ocasión que fuera preciso, han tomado las disposiciones permanentes o provisorias, de las que dio cuenta al Plenario, para su resolución. La Comisión Directiva ha realizado en total 5 sesiones durante el año.

RELACIONES CON LAS AUTORIDADES

Por disposición del Poder Ejecutivo, las academias nacionales, con excepción de la Academia Nacional de Medicina, dejaron de tener vinculación funcional con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, pasando al Ministerio de Educación. Con tal motivo, los presidentes de las academias nacionales fueron convocados por el Ministro de Educación Lic. Esteban Bullrich para que informen sobre las actividades e inquietudes de las academias.

Los presidentes de algunas academias nacionales fueron invitados a una reunión con el Ministro de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Rabino Sergio Bergman, para informar sobre los problemas ambientales de las represas del río Santa Cruz.

El Presidente de la Academia y académicos correspondientes en Tucumán fueron invitados por el gobierno de dicha provincia a una visita a la misma y una reunión con el señor Gobernador Dr. Juan Luis Manzur el 25 de agosto.

Durante este año la diputada nacional S. D. Castro presentó un proyecto de ley referente a un “Sistema de las Academias Nacionales”. No hubo consulta oficial a las academias nacionales sobre este proyecto, del que sólo se tuvo conocimientos por trascendidos.

REUNIONES DE LA ACADEMIA

Durante el ejercicio tuvieron lugar 37 sesiones, desglosadas de la siguiente manera:

Sesiones Ordinarias: 9

Sesiones Especiales: 1

Sesiones Extraordinarias: 20

Seminarios: 1

Reuniones interacadémicas: 1

EVOLUCIÓN DEL CLAUSTRO ACADÉMICO

Académicos de Número Incorporados

Ing. Agr. Emilio H. Satorre (el 20 de abril)

Ing. Agr. Rodolfo J. C. Cantet (el 22 de junio)

Dr. Rodolfo C. Bellinzoni (el 13 de julio)

Dr. Daniel F. Salamone (el 10 de agosto)

Dra. Ana María Sadir (el 12 de octubre)

Dr. Florestán Maliandi (el 12 de diciembre)

Académicos Correspondientes incorporados

Dr. Gabriel A. Bo (el 21 de marzo)

Dra. Edith Taleisnik (el 28 de abril)

Dr. Eugenio Díaz Bonilla (el 5 de mayo)

Ing. Agr. Rubén Echeverría (el 5 de mayo)

Dr. Luis F. Calvino (el 22 de mayo)

Dr. Claudio R. Galmarini (el 25 de agosto)

Ing. Agr. Ambrosio R. Bottini (el 25 de agosto)

Académicos de Número designados

Ing. Agr. Horacio Francisco Gutierrez (el 5 de noviembre)

Dr. Florestán Sebastián Maliandi (el 5 de noviembre)

Pase de Académico Correspondiente a Académico de Número

Dr. César D. Valle (el 20 de abril)

Académicos Correspondientes designados

Dr. Eduardo Blumwald (el 9 de noviembre)

Académicos de Número fallecidos

Dr. Olindo A. L. Martino (1° de febrero)

Dr. Emilio G. Morini (21 de julio)

Académicos Correspondientes fallecidos

Dr. Jean P. Culot (21 de agosto)

Per. Agr. José Luis Foguet (29 de noviembre)

La cantidad de académicos de número al 31 de diciembre asciende a 35 (no todos incorporados aún), la de académicos correspondientes en Argentina a 48 y los residentes en el extranjero a 23. Hay además 18 académicos honorarios, todos ellos fallecidos. El 8 de junio concurrió al plenario de la Academia el Dr. Bernard Vallat, Académico Correspondiente en Francia. Se estableció un interesante diálogo sobre temas de bioterrorismo y de fiebre aftosa.

LICENCIAS OTORGADAS

En la sesión del 11 de mayo se concedió licencia hasta el 31 de diciembre a los Ings. Agrs. Wilfredo Barrett, Antonio Calvelo, Angel Marzocca y Antonio Pascale así como al Dr. Emilio Morini debido a su avanzada edad y estado de salud. A lo largo del año hubo varios pedidos de licencia de los sres. académicos que fueron concedidos en cada caso.

COMISIONES

Durante 2017 actuaron las siguientes comisiones:

COMISIÓN DE INTERPRETACIÓN Y REGLAMENTO

Dr. Eduardo L. Palma (Presidente)

Ing. Agr. Rodolfo G. Frank

Dr. Eduardo Gimeno

Dra. Nélida V. Gómez

Dr. Carlos O. Scoppa

COMISIÓN DE PUBLICACIONES

Dr. Enrique Portiansky (Presidente)

Dr. Jorge L. Frangi

Dr. Julio García Tobar

Dr. Emilio Gimeno

Ing. Agr. Martín Oesterheld

COMISIÓN CIENTÍFICA

Dr. Eduardo L. Palma (Presidente)

Ing. Agr. Wilfredo H. Barrett

Dr. Jorge L. Frangi

Dr. Eduardo J. Gimeno

Ing. Agr. Rodolfo Sánchez

COMISIÓN DE PREMIOS

Dr. Eduardo L. Palma (Presidente)

Dr. Alberto A. Carugati

Dr. Eduardo J. Gimeno

Ing. Agr. Antonio J. Hall

COMISION DE EDUCACION

Dr. Julio García Tobar (Presidente)

Ing. Agr. Rodolfo J. C. Cantet

Ing. Agr. Martín Oesterheld

Dr. Daniel F. Salamone

COMUNICACIONES DE LOS ACADÉMICOS

Durante 2017 los señores académicos presentaron las siguientes comunicaciones: “Carnes Argentinas Premium”, por el Dr. Emilio Gimeno, el 8 de junio. A raíz de esta comunicación se invitó al Lic. David Lacroze, Coordinador de la Cadena de las Carnes, a exponer sus opiniones en el plenario del 13 de julio.

“Defenderse de lo indefendible; el desafío que enfrenta la Universidad y la investigación en la Argentina”, por el Dr. Jorge V. Crisci, el 9 de noviembre.

PUBLICACIONES

Durante 2017 se publicaron los tomos de Anales correspondientes a 2014 y 2015. Como en los años anteriores, la publicación es exclusivamente digital hallándose en la página web de la Academia y en el repositorio del SEDICI.

No hubo venta de libros editados por la Academia en el presente ejercicio. Se hizo una donación de libros editados por la Academia a Bibliotecas Rurales Argentinas.

ACTIVIDAD CIENTÍFICA

Por razones presupuestarias prosiguió la suspensión transitoria de la presentación de nuevos proyectos resuelta hace tres años. Por tal motivo, y habiendo finalizado los proyectos aprobados oportunamente, no hubo actividad en este rubro.

PREMIOS

Durante 2017 se efectuaron los siguientes actos de entrega de premios:

- Premio “Cámara Arbitral de la Bolsa de Cereales” v. 2015 a la Cátedra de Cerealicultura de la Facultad de Agronomía de la UBA, entregado el 23 de agosto.
- Premio “Fundación Equina Argentina” a la Dra. María Edith Barrandeguy, entregado el 14 de septiembre.
- Premio “Profesor Dr. Antonio Pires” v. 2017 a la Residencia en Salud Animal del INTA Balcarce y su reconocimiento *post mortem* al Dr. Adolfo Casaro, su fundador, entregado en 5 de octubre en la Estac. Exp. Agrop. Balcarce del INTA.
- Premio “Al Desarrollo Agropecuario” v. 2016 a la revista Chacra y Campo Moderno, entregado el 7 de noviembre.

En este año se otorgó por primera vez el Premio Fundación Equina Argentina incorporado el año pasado por iniciativa de nuestro Académico el Dr. César D. Valle. Por otra parte, y en vista que la Fundación Manzullo dejó de funcionar de hecho, se resolvió proseguir con el otorgamiento del Premio Fundación Manzullo, que en adelante se denominará Premio Prof. Dr. Alfredo Manzullo.

JURADOS DE LOS PREMIOS QUE OTORGA LA ACADEMIA

Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria

Dr. Carlos Scoppa (Presidente)

Dr. Luciano Miguens

Dr. Eduardo Palma

Ing. Agr. Lucio G. Reca

Ing. Agr. Rodolfo Sánchez

Bayer en Ciencias Veterinarias

Dr. Jorge O. Errecalde (Presidente)

Dra. Nélica V. Gómez

Dr. Alberto Carugati

Dr. Florestán Maliandi (Sociedad de Medicina Veterinaria)

Dr. Olegario Héctor Prieto (Bayer S.A.)

Ing. Agr. José María Bustillo

Ing. Agr. Lucio Reca (Presidente)

Ing. Agr. Rodolfo J. C. Cantet

Ing. Agr. Rodolfo G. Frank

Dr. Luciano Miguens

Ing. Agr. Antonio J. Pascale

Bolsa de Cereales

Ing. Agr. Lucio G. Reca (Presidente)

Ing. Agr. Roberto Casas

Ing. Agr. Emilio Satorre

Ing. Agr. Carlos Senigagliesi

Ing. Agr. Esteban Coparti (Bolsa de Cereales)

Cámara Arbitral de la Bolsa de Cereales

Ing. Agr. Rodolfo G. Frank (Presidente)

Ing. Agr. Guillermo H. Eyherabide

Ing. Agr. Antonio J. Hall

Ing. Agr. Ernesto Viglizzo

Ing. Agr. Martín E. Romero Zapiola (Cámara Arbitral de la Bolsa de Cereales)

Prof. Dr. Osvaldo Eckell

Dr. Eduardo Gimeno (Presidente)

Dr. Bernardo J. Carrillo

Dra. Nélida V. Gómez

Dr. Ramón P. Noseda

Dr. Enrique Portiansky

Prof. Dr. Alfredo Manzullo

Dr. Emilio Gimeno (Presidente)

Dr. Jorge Errecalde

Dr. Eduardo Gimeno

Dr. Ramón Nosedá

Dr. Alejandro Schudel

Prof. Dr. Antonio Pires

Dr. Eduardo Gimeno (Presidente)

Dra. Nélida V. Gómez

Ing. Agr. Martín Oesterheld

Dr. Enrique L. Portiansky

Ing. Agr. Rodolfo Sánchez

Ing. Agr. Antonio Prego

Ing. Agr. Roberto Casas (Presidente)

Ing. Agr. Ángel Marzocca

Ing. Agr. Antonio J. Pascale

Dra. María Margarita Guido (FECIC)

Ing. Ernesto Conrad (FECIC)

Al Desarrollo Agropecuario

Dr. Luciano Miguens (Presidente)

Ing. Agr. Roberto Casas

Dr. Julio García Tobar

Dr. Emilio Gimeno

Ing. Agr. Carlos Senigaglia

Cámara Argentina de la Industria de Productos Veterinarios (CAPROVE)

Dr. Emilio Gimeno (Presidente)

Dr. Jorge O. Errecalde

Dr. Julio A. García Tobar

Dr. Eduardo Palma

Dr. Juan Carlos Aba (CAPROVE)

Biogénesis-Bagó

Dr. Alejandro Schudel (Presidente)
Dr. Bernardo J. Carrillo
Dr. Ramón Noseda
Dr. Eduardo Palma
Dra. Eliana Smitsaart (Biogénesis-Bagó)

Fundación Equina Argentina

Dr. Luciano Miguens (Presidente)
Dr. Ramón P. Noseda
Dr. César D. Valle
Dr. Juan Iturralde (Fundación Equina Arg.)
Dr. Horacio Houssay (Fundación Equina Arg.)

DECLARACIONES DE LA ACADEMIA

En vista de la discusión de modificaciones a la legislación sobre semillas a nivel nacional, la Academia consideró emitir una declaración sobre el tema. Con tal motivo se convocó a una reunión con especialistas en la materia a fin de oír sus opiniones, a la que concurrieron Roberto Bisang, Martín Fraguío, Marcos Gallacher, Marcelo Regúnaga y Eduardo Trigo, y los académicos Lucio Reca y Rodolfo Frank. Sobre esta base y de acuerdo a las opiniones vertidas posteriormente en los plenarios de la Academia se desistió de emitir una declaración dado que se llegó a la conclusión que más que un problema de índole científica, la futura ley debe solucionar un conflicto de intereses entre el Estado, los criadores de semilla y los productores.

Con motivo de una declaración de la Academia Nacional de la Historia sobre la situación de Venezuela y una “Declaración Conjunta de Academias Nacionales” se resolvió tomar conocimiento de esta última y adherir a la declaración de la Academia Nacional de la Historia.

Después de su consideración en varias sesiones, la Academia aprobó en el plenario del 21 de diciembre la siguiente declaración:

Hacia una denominación de origen para la carne vacuna argentina

El potencial de la cadena de la carne vacuna para contribuir al desarrollo social y económico de nuestro país está históricamente probado. Superadas las erróneas y nocivas

políticas aplicadas al sector, éste está en vías de recuperar plenamente su potencial. La exportación es uno de los ejes de esa recuperación.

La carne vacuna argentina es reconocida en el mundo. Sus calidades dietéticas y gastronómicas, unidas a un origen y normas de procesamiento, que apuntalan su seguridad sanitaria y como alimento, le han valido el lugar que ocupa en la preferencia de los consumidores de todos aquellos mercados a los que ha accedido.

La Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria estima que redundaría en beneficio de la cadena de la carne vacuna y del país todo el asegurar, para esa carne, una denominación de origen. En tal sentido se permite sugerir, a todos los integrantes de la cadena, un exhaustivo análisis de las ventajas de contar con dicha denominación de origen, así como empeñar sus mejores esfuerzos para consensuar los términos y condiciones en que la misma podría ser otorgada.

DISERTACIONES

Durante 2017 se pronunció la siguiente disertación en la Academia: “Una visión integral de la producción pesquera argentina” por el Dr. Fabián Ballesteros, el día 9 de noviembre.

HOMENAJES

Durante 2017 no se cumplió ningún centenario del nacimiento de un Académico de Número, razón por la cual no se realizó el tradicional homenaje efectuado todos los años.

Se había programado una sesión de homenaje al Dr. Emilio Morini con motivo de su centenario, que lamentablemente no se llevó a cabo debido a su fallecimiento poco más de un mes después de cumplir los 100 años.

ACTIVIDADES Y REUNIONES INTERACADÉMICAS

La Academia participó activamente del “Encuentro Interacadémico sobre la Investigación y la Universidad del Mañana en Argentina”. Como resultado de ello se realizó un acto en el Aula Magna de la Academia Nacional de Medicina el 31 de octubre en el cual se presentó el libro “Las academias asoman al futuro” referente a las universidades y la investigación para la Argentina del mañana y disertaron los autores de los respectivos capítulos, uno por cada academia. Nuestra Academia estuvo representada

por el Dr. Jorge V. Crisci, quien disertó sobre “Defenderse de lo indefendible: el desafío que enfrentan la universidad y la investigación en la Argentina”.

Nuestra Academia, junto con las academias nacionales de Medicina (Argentina), Farmacia y Bioquímica (Argentina), Veterinaria (R. O. del Uruguay) y Medicina (R. O. del Uruguay), realizaron la “VI Reunión Interacadémica” los días 23 y 24 de noviembre en la sede de nuestra Academia. La temática de la reunión fue “Resistencia Microbiana: Abordaje transdisciplinario”. El programa y los disertantes fueron los siguientes:

Día 23 de noviembre

8.30 h. Acreditación.

9.00 h. Bienvenida y breve introducción por parte de los Presidentes de las Academias.

9.20 h. Recordatorio del Académico, Dr. Olindo Martino. A cargo del Académico Prof. Dr. Emilio Gimeno (Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Argentina).

9.30 h. Introducción al tema. Académico Dr. Gerardo Leotta (Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Argentina).

9.45 h. Poblaciones bacterianas, Emergencia, amplificación y diseminación de resistencias. Dra. Alejandra Corso (Instituto Malbrán, Argentina).

10.15 h. Tratamientos antimicrobianos en medicina humana, prescripción y automedicación. Prof. Dr. Horacio López. (Academia Nacional de Medicina, Argentina).

10.45 h. Intervalo. Café.

11.15 h. Esquemas generales de tratamientos en medicina veterinaria y antimicrobianos como promotores del crecimiento. Prof. Dr. Sergio Sánchez Bruni (Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina).

11.45 h. Mecanismos de resistencia microbiana. Acad. Prof. Dr. Gabriel Gutkind (Academia Nacional de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Argentina).

12.15 h. Almuerzo

14.00 h. Estado del conocimiento sobre resistencias microbianas en aislamientos humanos. Dra. Adriana Sucari (Fundación Stambouliau).

14.30 h. Estado del conocimiento sobre resistencias microbianas en aislamientos veterinarios bovinos. Prof. Dr. Ramón Nosedá (Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Argentina).

14.45 h. Estado del conocimiento sobre resistencias microbianas en aislamientos veterinarios aviares y porcinos. Dr. Federico Luna. (SENASA, Argentina).

15.00 h. Informe final de la Jornada inter-académica Academia Nacional de Medicina de Uruguay-Academia Nacional de Veterinaria de Uruguay: “Amenaza de la Resistencia Antimicrobiana” Dr. Luis E. Días (Academia Nacional de Veterinaria, Uruguay).

16.00 h. Intervalo. Café.

16.30

h. “El desafío de la Resistencia antimicrobiana en el Agro: situación actual y propuesta de acción en Uruguay” Dr. Federico Fernández (Consultor DIGESEGA/MGAP/Uruguay).

17.15 h. “Aspectos bioéticos en relación con la producción y uso de los antimicrobianos y la resistencia a los mismos”. Dr. Augusto Müller (Academia Nacional de Medicina, Uruguay).

Día 24 de noviembre.

8.30 h. Claves y posibles intervenciones en resistencia microbiana. Dr. Jorge Errecalde (Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Argentina, Universidad Nacional de La Plata).

9.00 h. Análisis de riesgo aplicado a resistencia microbiana, conceptos básicos. Dr. Marcelo Signorini (CONICET, INTA, Argentina).

9.30 h. Mesa Debate: Coordinada por Fabiola Czubaj (La Nación, Argentina) Dr. Federico Luna (SENASA, Argentina), Dra. Patricia Angeleri (Ministerio de Salud, Argentina), Dr. Eduardo Barre (DIGESEGA/MGAP, Uruguay), Dr. José Piaggio (Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay), Dr. Augusto Müller (Academia Nacional de Medicina de Uruguay).

11.30 h. Discusión y Conclusiones.

Las deliberaciones de la reunión interacadémica se transmitieron en vivo por Internet y la página web de la Academia, donde permanecen para su consulta.

COLABORACION CON OTRAS ACADEMIAS E INSTITUCIONES

Como en años anteriores, nuestra Academia facilitó su salón de actos a la Academia Nacional de Ingeniería para sus actos. Por otra parte, en 2017 también realizó reuniones en la sede de la Academia la Fundación ArgenINTA.

Prosiguieron los trámites de formalización del Convenio Marco con la Universidad Nacional de Córdoba, los que aún no habían finalizado a fines de año, faltando algunos detalles formales.

PARTICIPACION DE LA ACADEMIA EN OTRAS ACTIVIDADES

El Dr. Scoppa concurrió al “Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Naturales, Tecnología, Ingeniería y Matemática”, realizado en Córdoba los días 1 y 2 de noviembre en representación de la Academia.

Integraron el jurado del Premio al Emprendedor Agropecuario otorgado por el Banco Francés, como en años anteriores, el Presidente y el Secretario General de la Academia Dr. Carlos O. Scoppa e Ing. Agr. Rodolfo G. Frank respectivamente.

AUSPICIOS CONCEDIDOS

A la 10ª. Edición de las Jornadas Internacionales de Veterinaria Práctica realizada por el Colegio de Veterinarios de la Provincia de Buenos Aires.

Al XXV Congreso de la Asoc. Arg. de Productores en Siembra Directa AAPRESID realizado los días 1 a 4 de agosto en Rosario.

MENCIONES HONORÍFICAS A ACADÉMICOS

La Sociedad de Medicina Veterinaria otorgó el Premio a la Trayectoria Profesional al Dr. Emilio Gimeno.

La Universidad Nacional de La Plata otorgó al Dr. Jorge V. Crisci el Premio a la Innovación 2017.

La Provincia de Tucumán otorgó al Sr. Presidente Dr. Carlos O. Scoppa la Medalla de Oro a la Excelencia Académica.

BIBLIOTECA

A partir del mes de mayo se ha incorporado nuestra nueva bibliotecaria la sra. Andrea Emilse Viglietti, que concurre los días lunes y miércoles de 11 a 17. Se ha habilitado además la dirección de mail biblioteca@anav.org.ar para realizar consultas por parte de los usuarios.

Se ha procedido al fichaje de las obras pendientes, continuando con la tarea comenzada el año anterior por la sra. Viglietti, contratada entonces con tal finalidad. Entre ellas la totalidad de la donación del Dr. Juan Carlos Godoy, que se encontraba en proceso y la donación del Dr. Charles François que aún no estaba catalogada, clasificada ni incluida en el inventario. Además se han recibido las donaciones de libros de las bibliotecas del Dr. Julio A. García Tobar y del Dr. Emilio G. Morini; estas donaciones están en proceso de fichado, disponibles para préstamo, aunque aún no se encuentran en el catálogo. A fin de año, el catálogo cuenta con 364 nuevos registros (ejemplares catalogados, clasificados y disponibles para préstamo o consulta).

Por otra parte, se fue realizando un control del inventario, ya que algunos ejemplares no se encuentran en su lugar correspondiente.

Se ha realizado una importante donación a Bibliotecas Rurales Argentinas, de 85 ejemplares de libros publicados por la Academia.

Finalmente, se fue procediendo a la limpieza general, orden y limpieza de ítem por ítem para dejar en condiciones el acervo bibliográfico histórico y especializado con el que cuenta la Academia.

SITIO WEB DE LA ACADEMIA

Hubo algunos inconvenientes que dificultaron y retrasaron la actualización periódica del sitio desde la secretaría de la Academia, que finalmente se pudieron resolver.

El *hosting* que aloja la página web lamentablemente realizó a fines de año algunas modificaciones en la presentación de los datos estadísticos relacionados con el sitio. La información disponible indica que el menor nivel de visitas diarias se dio en junio con un promedio de 82 y el mayor en noviembre con 106. El promedio del período enero-noviembre fue de 90, inferior a la del año anterior, prosiguiendo con la tendencia de los dos últimos años.

CONTACTO CON LOS MIEMBROS DE LA ACADEMIA Y LA PRENSA

El contacto vía e-mail con los Académicos de Número y Correspondientes en la Argentina prosiguió por medio de las circulares, tal como se venía haciendo en años anteriores. En total se enviaron 21 circulares.

También, al igual que en años anteriores, se mantuvo el contacto con la prensa mediante el envío de 23 comunicados de prensa a diarios, revistas especializadas, radioemisoras, agencias de noticias y asociaciones profesionales como así también a las facultades de agronomía y veterinaria, academias nacionales y a los académicos, anunciando los actos públicos de la Academia. Estos comunicados también se reproducen en la sección Novedades de la página web.

CASA DE LAS ACADEMIAS

Durante este ejercicio fue cortado el suministro de gas a la Casa de las Academias por parte de la empresa proveedora, ante un problema de pérdida en el sector ocupado por el Ministerio de Cultura. Lamentablemente el problema no fue solucionado por la administración del edificio, por lo que durante todo el invierno se careció de gas.

MEJORAS EN LA ACADEMIA

En vista de los problemas de falta de calefacción en invierno, se adquirieron estufas eléctricas con lo que se pudo paliar la falta de gas. Como solución a largo plazo, se instalaron dos equipos frío-calor en el salón de actos y uno en la oficina administrativa de la Academia. Previo a ello se adecuó la instalación eléctrica de la Academia a las necesidades de estos equipos. Se espera instalar los equipos restantes a comienzos de 2018.

PERSONAL DE LA ACADEMIA

Como ya se mencionó anteriormente, en el transcurso de este año se ha incorporado la sra. Andrea E. Viglietti para la atención de la Biblioteca Bustillo. No hubo otros cambios en el personal de la Academia. Al 31 de diciembre proseguía al frente de la contaduría el Contador Adrián Alejandro Griggio. En la atención de los asuntos diarios prosiguieron la sra. Angela González secundada por la sta. Karina N. Mattheus. La sra. Isabel M. Jiménez es la encargada de servicios generales.

CONSIDERACIONES FINALES

La Academia desea reconocer el apoyo de instituciones y personas académicas y no académicas que han colaborado activamente con la Corporación, en particular quienes

participaron como disertantes, como auspiciantes en el otorgamiento de premios y en diversas actividades como colaboradores en jurados y comisiones.

COMISIÓN REGIONAL DEL CENTRO DE LA ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Informe de Actividades realizadas en el transcurso del año 2017

A excepción de unos pocos ámbitos, se desconoce en la ciudad de Córdoba la existencia de nuestra Academia.

Vinculación con la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba.

Con el objeto de intentar revertir la mencionada situación, decidí contactar a las autoridades de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, en la que me desempeñé por varios años como Profesor Titular para el Departamento de Protección Vegetal, Miembro de Junta Académica de la Escuela para Graduados y Director del Doctorado en Ciencias Agropecuarias de esa misma Escuela.

Entrevisté al Sr. Decano (Ingeniero Agrónomo Juan Marcelo Conrero), quien se mostró muy interesado en colaborar con la Comisión Regional del Centro, a través de acciones conjuntas. De las conversaciones mantenidas en esa oportunidad, surgió la idea de entrevistarnos con el Sr. Rector de la Universidad para ponerlo al tanto de nuestra iniciativa.

Aprovechamos la incorporación del Académico Correspondiente Profesor Dr. Gabriel Amilcar Bo -oportunidad en la que estaría presente en Córdoba el Dr. Carlos O. Scoppa- para fijar fecha de reunión. Miembros de la Comisión Regional del Centro, acompañamos a nuestro Presidente a la reunión que mantuvimos en el Rectorado con el Profesor Dr. Hugo Jury (Rector de la UNC), el Ing. Agr. Juan Marcelo Conrero (Decano de la FCA) y el Ing. Agr. Ariel Rampoldi (Secretario General de la citada Facultad). Las autoridades universitarias se comprometieron en apoyar enfáticamente aquellas acciones de interés mutuo, poniendo a disposición de la Comisión Regional del Centro, el esfuerzo administrativo necesario para concretarlas. Al mismo tiempo, ofrecieron la posibilidad de interceder ante otros organismos y destinar algunos recursos financieros en el marco de

sus posibilidades, para lograr ese fin (estadía de algún conferencista invitado, impresión de circulares y otros gastos menores).

Convenio Marco ANAV - UNC

En primer término fue necesario formalizar un Convenio Marco de Cooperación entre las dos instituciones (Comisión Regional del Centro ANAV - UNC). A tal efecto, remití a nuestra Academia copia de los protocolos que habitualmente se emplean en estos casos, con lo cual se inició el trámite correspondiente. (Actualmente, esperamos la llegada de la copia del Libro de Actas de la Academia -debidamente certificada por Escribano Público Nacional- y poder elevarla al Rectorado de la Universidad para su evaluación).

Concretado formalmente dicho Convenio, se elaborarán “Convenios Específicos” relacionados con diversos aspectos.

Convenios Específicos ya previstos entre la Comisión Regional del Centro (ANAV) y la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC).

De conversaciones mantenidas posteriormente con las autoridades de la FCA, surgieron las siguientes iniciativas (que serán incorporadas al Convenio Marco como acciones específicas):

1) Reconocimiento a la excelencia académica

Distinción (Certificado) a ser entregado al abanderado de la FCA, en el transcurso de la Colación de Grados anual de la institución.

Todos los años, el Honorable Consejo Directivo de la Facultad evalúa los promedios de los alumnos; aquel a quien corresponda el valor más elevado, es designado abanderado por Resolución del HCD. A ese acto, asiste una gran cantidad de público (familiares de los alumnos que reciben su diploma y varias autoridades de la Universidad). Consideramos que este evento, representa una buena oportunidad para que se haga conocer la ANAV (La próxima Colación de Grados está prevista para el mes de Junio próximo). Por otro lado, pensamos que el “Certificado a la Excelencia Académica” puede representar un incentivo para los alumnos de grado.

Actualmente se elabora conjuntamente el certificado correspondiente.

2) Concurso de proyectos de investigación de alumnos de la FCA de cursos avanzados

Proyectos de Investigación en Ciencias Agropecuarias

La Comisión Regional del Centro (ANAV), conjuntamente la secretaría de Ciencia y Tecnología (FCA, UNC) premiarán con un certificado de reconocimiento al mejor proyecto de investigación acerca de problemas actuales en el ámbito de la provincia de Córdoba, relacionados con temáticas del ámbito agropecuario. El objeto de esta acción es la de posibilitar que en su carrera de grado, los alumnos interesados en investigación tengan la oportunidad de llevar a cabo un proyecto (bajo la supervisión de un docente) e interiorizarse así de los procedimientos generales a seguir.

Concurso de posters presentados en el marco de las Jornadas de Investigación, Extensión y Docencia de la FCA.

Anualmente, por lo general entre los meses de septiembre – noviembre, la institución organiza Jornadas de Investigación, Extensión y Docencia en la que participan sus docentes/investigadores. La modalidad consiste en que cada grupo de trabajo presenta, bajo forma de poster, los resultados obtenidos en el desarrollo de un determinado proyecto.

A los efectos de la selección correspondiente, se conformará una Comisión Evaluadora con Académicos y Miembros de la Facultad. El proyecto evaluado como el mejor, recibirá un certificado firmado y avalado por ambas instituciones.

Actualmente se elabora conjuntamente la reglamentación correspondiente.

1. Concurso de Posters en eventos científicos que se desarrollen en el país (Congresos, Jornadas, otros)

Una Comisión Evaluadora conformada por Miembros de la Facultad y de la Comisión Regional del Centro, analizarán los trabajos presentados en el marco de eventos científico-tecnológicos (Congresos, Jornadas, Simposios, etc.). El seleccionado como el mejor, recibirá un certificado emitido por ambas instituciones.

Es interesante hacer notar que la Presidente de la Comisión Organizadora de la Reunión de la Asociación de Fitopatólogos de Argentina (Dra. Lucero) (Mendoza, Abril 2017), estuvo de acuerdo con la propuesta que oportunamente le hiciera al respecto. Lamentablemente, esa acción no pudo concretarse por no haber podido elaborar a tiempo la reglamentación correspondiente.

2. Ciclo de conferencias (ANAV)

A lo largo del año se presentaron seis conferencias. Tres de ellas fueron organizadas directamente por la Comisión Regional del Centro. Dos, se relacionaron con el acto de incorporación formal de dos nuevos Miembros Correspondientes: Dra. Edith Taleisnik y Dr. Gabriel Amílcar Bo, más una docente-investigadora de la UNC invitada por la citada Comisión: Dra. María Elena Álvarez.

- Incorporación del Académico Correspondiente Dr. Gabriel Amílcar Bo. (martes 21 de marzo 2017).

Título de la conferencia: *"Reproducción de Precisión: Evolución del conocimiento de la fisiología ovárica y su impacto en el uso masivo de las biotecnología reproductivas en el ganado bovino de Sudamérica"*

- Incorporación del Académico Correspondiente Dra. Edith Taleisnik. (viernes 28 de abril 2017).

Título de la conferencia: "La salinidad: una oscura amenaza para la agricultura"

- Invitación a la Dra. María Elena Álvarez. (miércoles 27 de septiembre 2017).

Título de la conferencia: "Regulación epigenética de las defensas de plantas contra patógenos".

3. Ciclo de conferencias (ANAV - FCA)

Tres conferencias, resultaron de la acción conjunta de la Comisión Regional con la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNC:

- Dr. Reuben Mapletoft (Canadá).

Título de la conferencia: “Pursuit of a means of manipulating ovarian function in the cow: an Argentine adventure”.

- Dr. Eduardo Blumwald (USA).

Título de la conferencia: "Cambios a la relación Fuente/Sumidero y la Tolerancia de Cultivos al Estrés".

- Dr. Martín Díaz Zorita (UBA, Argentina).

Título de la conferencia: “Desafíos en manejo de fertilidad de suelos para el sostenimiento de la producción agrícola en la región pampeana”.

(Para la segunda conferencia, se contó con la colaboración de la Escuela de Graduados de la Universidad Católica de Córdoba).

4. Propuesta del Dr. Daniel E. Nijensohn.

La Cofrade Dra. Edith Taleisnik, fue contactada por el Dr. Daniel E. Nijensohn con el objeto de proponer instaurar un premio de nuestra Academia para honrar la memoria de su padre - el Dr. León Nijensohn - quien fuera Miembro Correspondiente de la institución, especialista en suelos, formando parte de la Comisión Regional de Cuyo. Gracias a sugerencia del Ing. Frank, se le sugirió remitirse a la citada Comisión Regional ante quienes tramitó dicho premio. A tal efecto, el citado Dr. Daniel E. Nijensohn, destinó una determinada suma de dinero a ser utilizada para pagar gastos de inscripción de jóvenes investigadores en el área, que participan en congresos internacionales en los que podrán dar a conocer sus trabajos. El único mérito de nuestra Comisión, fue el de hacer de intermediario con los cofrades de Mendoza, recomendando se hiciera lugar a la propuesta.

Marcelo E. Doucet, Coordinador Comisión Regional del Centro, Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.

Balance del ejercicio 2017

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957

EJERCICIO Nro 59 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2017

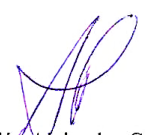
ESTADO DE SITUACION PATRIMONIAL AL 31 DE DICIEMBRE DE 2017

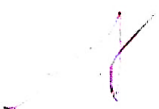
	31/12/17	31/12/16
ACTIVO		
ACTIVO CORRIENTE		
Disponibilidades (Notas 1 y 2)	132.138,13	308.867,65
Créditos (Nota 2.3.)	0,00	300,00
Inversiones	3.937.600,00	3.359.800,00
TOTAL DEL ACTIVO CORRIENTE	4.069.738,13	3.668.967,65
ACTIVO NO CORRIENTE		
Bienes de Uso (Anexo I y Nota 1)	38.448,59	2.110,19
Inversiones	0,00	0,00
TOTAL DEL ACTIVO NO CORRIENTE	38.448,59	2.110,19
TOTAL DEL ACTIVO	4.108.186,72	3.671.077,84
PASIVO		
PASIVO CORRIENTE		
Deudas (notas 1 y 3)	52.684,41	0,00
TOTAL DEL PASIVO CORRIENTE	52.684,41	0,00
TOTAL DEL PASIVO	52.684,41	0,00
PATRIMONIO NETO		
TOTAL (Según Estado respectivo)	4.055.502,31	3.671.077,84
TOTAL DEL PASIVO Y PATRIMONIO NETO	4.108.186,72	3.671.077,84

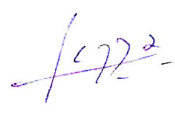
Las notas y Anexos que se acompañan forman parte integrante de este estado.

El informe se extiende en documento aparte.

Firmado para su identificación.


 Adrián Alejandro Griggio
 Contador Público (U.Moron)
 C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62


 Dr. Jorge O. Errecalde
 Académico Tesorero


 Dr. Carlos O. Scoppa
 Académico Presidente

DENOMINACION: ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957

EJERCICIO Nro 59 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2017

**ESTADO DE RECURSOS Y GASTOS CORRESPONDIENTES AL EJERCICIO
FINALIZADO EL 31 DE DICIEMBRE DE 2017**

	31 DI 2017	31 DI 2016
RECURSOS ORDINARIOS		
Recursos para Fines Generales - Operativos (Anexos II y V)	2.031.939,78	1.897.763,81
Recursos para Fines Específicos (Anexo II)	0,00	378,00
Otros Recursos para Fines Generales (Anexo II)	46.076,42	0,00
Donaciones	0,00	0,00
	<u>2.078.016,20</u>	<u>1.898.141,81</u>
GASTOS ORDINARIOS		
De Administración (Anexo III)	2.267.354,13	1.865.488,42
De Asignación Específica (Anexo III)	0,00	0,00
Amortización de Bienes (Anexo I)	4.037,60	2.252,63
Superávit / Déficit Operativo	<u>2.271.391,73</u>	<u>30.400,76</u>
Resultados Financieros Netos y por Tenencia (Anexo IV)	<u>577.800,00</u>	<u>599.200,00</u>
Superávit Final del Ejercicio	<u>384.424,47</u>	<u>629.600,76</u>

Las notas y Anexos que se acompañan forman parte integrante de este estado.

El informe se extiende en documento aparte.

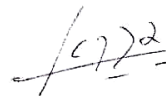
Firmado para su identificación.



Adrián Alejandro Griggio
Contador Público (U.Moron)
C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62



Dr. Jorge O. Errecalde
Académico Tesorero



Dr. Carlos O. Scoppa
Académico Presidente

DENOMINACION: ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957

EJERCICIO Nro 59 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2017

ESTADO DE EVOLUCION DEL PATRIMONIO NETO CORRESPONDIENTE AL EJERCICIO FINALIZADO EL 31 DE DICIEMBRE DE 2017

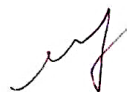
	Año 2017	Año 2016
Reservas		
Reserva para Ampliación de la Sede de la Academia		
Al inicio del ejercicio	2.964.418,66	2.334.817,90
Aumento ejercicio	384.424,47	629.600,76
Al cierre del ejercicio	3.348.843,13	2.964.418,66
Resultados Acumulados		
Al inicio del ejercicio	706.659,18	706.659,18
Superávit del ejercicio	384.424,47	629.600,76
	1.091.083,65	1.336.259,94
Transferido a Reservas	- 384.424,47	- 629.600,76
Al cierre del ejercicio	706.659,18	706.659,18
Patrimonio Neto al cierre del ejercicio	4.055.502,31	3.671.077,84

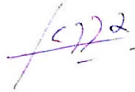
Las notas y Anexos que se acompañan forman parte integrante de este estado.

El informe se extiende en documento aparte.

Firmado para su identificación.


Adrian Alejandro Griggio
Contador Público (U.Moron)
C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62


Dr. Jorge O. Errecalde
Académico Tesorero


Dr. Carlos O. Scoppa
Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957

EJERCICIO Nro 59 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2017

ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO
CORRESPONDIENTE AL EJERCICIO FINALIZADO EL 31 DE DICIEMBRE DE
2017

(Nota 1.4.d.)

VARIACIONES DEL EFECTIVO	31/12/17	31/12/16
Fondos Disponibles al Inicio del Ejercicio	3.668.667,65	3.049.504,26
Fondos Disponibles al Cierre del Ejercicio	4.069.738,13	3.668.667,65
Aumento / Disminución neto de fondos disponibles	401.070,48	619.163,39
<i>Fondos disponibles generados por las operaciones</i>		
Ingresos Ordinarios Generales y Anteriores	2.031.939,78	1.897.763,81
Cobrados (Anexos II y V)		
Ingresos Ordinarios para Fines Específicos Cobrados (Anexo II)	0,00	0,00
Donaciones recibidas	0,00	0,00
Recupero de gastos	46.076,42	378,00
Aumento de cuentas a pagar	52.684,41	0,00
Disminución de Cuentas a Cobrar	300,00	0,00
Inversiones	0,00	0,00
Otros	0,00	0,00
<i>Fondos disponibles aplicados a las operaciones</i>		
Devolución Partidas Presupuestarias no erogadas	0,00	0,00
Gastos de Administración Pagados (Anexo III)	2.267.354,13	1.865.488,42
Gastos para Fines Específicos Pagados (Anexo III)		0,00
Compras Bienes de Uso	40376,00	0,00
Inversiones / colocación a Plazo Fijo	0,00	0,00
Aumento de cuentas por cobrar	0,00	300,00
Disminución de Cuentas a Pagar	0,00	12.390,00
Disminución de fondos reservados	0,00	0,00
Otros	0,00	0,00
<i>Fondos disponibles generados por efectos financieros</i>		
Resultados Financieros positivos	577.800,00	599.200,00
Resultados Financieros negativos	0,00	0,00
Aumento / Disminución neto de fondos disponibles	401.070,48	619.163,39

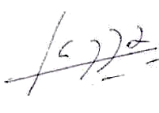
Las notas y Anexos que se acompañan forman parte integrante de este estado.

El informe se extiende en documento aparte.

Firmado para su identificación.


Adrián Alejandro Griggio
Contador Público (U.Moron)
C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62


Dr. Jorge O. Errecalde
Académico Tesorero


Dr. Carlos O. Scoppa
Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957

EJERCICIO Nro 59 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2017

NOTAS A LOS ESTADOS CONTABLES AL 31 DE DICIEMBRE DE 2017

NOTA 1 - NORMAS CONTABLES LEGALES Y TÉCNICAS UTILIZADAS

Las normas contables más relevantes aplicadas por el ente en lo referente a la exposición a moneda constante en los estados contables correspondientes al ejercicio que se informa fueron las siguientes:

1.1 Modelo de presentación Los Estados Contables básicos han sido preparados de acuerdo con lo establecido por las resoluciones técnicas N°8 “Normas generales de exposición contable” y N°11 “Normas Particulares de Exposición Contable para Entes sin Fines de Lucro” de la Federación Argentina de Consejos Profesionales de Ciencias Económicas, según texto ordenado de “Normas profesionales de contabilidad, auditoria y sindicatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires”, aprobadas por resolución C.D. N°087/2003 por el Consejo Profesional de Ciencias Económicas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

1.2 Consideración de los efectos del cambio en el poder adquisitivo de la moneda: A partir de la sanción del Decreto N°664/03 del Poder Ejecutivo, la Inspección General de Justicia emitió la resolución general 94/2003 mediante la cual dispone que las entidades discontinuarán a partir del 1° de marzo de 2003, la aplicación del método de reexpresión en moneda homogénea establecido por la resolución técnica N°6, con las modificaciones introducidas por la resolución técnica N°19 de la Federación Argentina de Consejos Profesionales de Ciencias Económicas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Teniendo en cuenta lo enunciado en el párrafo anterior, la información contable principal se presenta según lo requerido por las normas legales vigentes, por lo que los estados contables han sido reexpresados en moneda homogénea hasta el 28 de febrero de 2003.

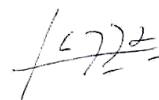
1.3 Criterios de medición: Las normas aplicadas responden a los criterios definidos por las resoluciones técnicas: N°16 “Marco conceptual de las normas contables profesionales” y N°17 “Normas contables profesionales: desarrollo de cuestiones de aplicación general” de la Federación Argentina de Consejos Profesionales de Ciencias Económicas, según texto ordenado de “Normas Profesionales de contabilidad, auditoria y sindicatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires”, aprobadas por resolución C.D. N°087/2003 por el Consejo Profesional de Ciencias Económicas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.



Adrián Alejandro Griggio
Contador Público (U.Moron)
C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62



Dr. Jorge O. Errecalde
Académico Tesorero



Dr. Carlos O. Scoppa
Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957

EJERCICIO Nro 59 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2017

NOTAS A LOS ESTADOS CONTABLES AL 31 DE DICIEMBRE DE 2017
(Continuación)

1.4. Criterios de valuación aplicados

a) Activos en moneda local

Los activos en moneda local se valúan a su valor nominal.

b) Disponibilidades en moneda extranjera (dólares estadounidenses)

Las disponibilidades en moneda extranjera (dólares estadounidenses) están valuadas al tipo de cambio comprador del Banco de la Nación Argentina a la fecha de cierre de ejercicio, es decir: 18;40 pesos = 1 dólar.

c) Bienes de Uso

Los Bienes de Uso están valuados a su costo reexpresado menos la correspondiente amortización acumulada. El valor de los bienes mencionados, considerados en su conjunto, no supera su valor recuperable.

d) Estado de flujo de efectivo

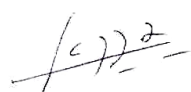
Para la presentación del Estado de Flujo de Efectivo se ha adoptado la alternativa de considerar como fondos disponibles al saldo de los rubros caja, bancos e inversiones corrientes.

NOTA 2 - COMPOSICION DE LOS RUBROS DEL ACTIVO

2.1. Disponibilidades	31/12/17	31/12/16
Caja Moneda Nacional	22.529,56	14.399,64
Banco Nación Cta. Cte. en \$	107.956,23	291.853,78
Banco Provincia Cta. Cte. en \$	1.652,34	2.614,23
2.2. Inversiones		
Inversiones Moneda Extranjera ANAV (u\$s 214000,00 a u\$s1= \$ 18,40)	3.937.600,00	
Inversiones Moneda Extranjera ANAV (u\$s 214000,00 a u\$s1= \$ 15,70)		3.359.800,00
2.3. Créditos		
Adelanto a proveedores	0,00	300,00


Adrián Alejandro Griggio
Contador Público (U.Moron)
C.P.C.E.C.A.B.A. Tº 229 Fº 62


Dr. Jorge O. Errecalde
Académico Tesorero


Dr. Carlos O. Scoppa
Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957

EJERCICIO Nro 59 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2017

NOTAS A LOS ESTADOS CONTABLES AL 31 DE DICIEMBRE DE 2017

(Continuación)

NOTA 3 - COMPOSICION DE LOS RUBROS DEL PASIVO

Deudas	31/12/17	31/12/16
Régimen Nacional de la Seguridad Social	42.634,96	0,00
Régimen Nacional de Obra Social	7.701,48	0,00
ART a Pagar	141,70	0,00
Retención de Impuesto a las Ganancias a Pagar	2.206,27	0,00

NOTA 4 - HECHOS POSTERIORES AL CIERRE.

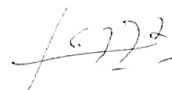
No se registraron hechos o acontecimientos posteriores a la fecha de cierre que pudieran modificar significativamente la situación patrimonial, a la fecha de cierre de los presentes Estados Contables, ni los resultados del ejercicio.



Adrián Alejandro Griggio
Contador Público (U.Moron)
C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62



Dr. Jorge O. Errecalde
Académico Tesorero



Dr. Carlos O. Scoppa
Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957

EJERCICIO Nro 59 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2017

**CUADRO DE BIENES DE USO
POR EL EJERCICIO FINALIZADO EL 31 DE DICIEMBRE DE 2017**

ANEXO I

RUBROS	SALDOS AL INICIO	ALTAS BAJAS	SALDOS AL CIERRE	A MORTIZACION ES			NETO 31/12/17
				AL INICIO	DEL EJERCICIO	TOTAL	
Existencias	0,49	0,00	0,49	0,48	0,00	0,48	0,01
Varias							
Máquinas y	30,01	0,00	30,01	30,00	0,00	30,00	0,01
Herramientas							
Biblioteca	2.110,16	0,00	2.110,16	0,00	0,00	0,00	2.110,16
Muebles y	96.550,31	0,00	96.550,31	96.550,30	0,00	96.550,30	0,01
útiles							
Instalaciones	0,00	40376,00	40376,00	0,00	4.037,60	4.037,60	36.338,40
TOTALES	98.690,97	40.376,00	139.066,97	96.580,78	4.037,60	100.618,38	38.448,59

Las notas y Anexos que se acompañan forman parte integrante de este estado.

El informe se extiende en documento aparte.

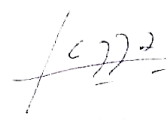
Firmado para su identificación.



Adrián Alejandro Griggio
Contador Público (U.Moron)
C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62



Dr. Jorge O. Errecalde
Académico Tesorero



Dr. Carlos O. Scoppa
Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957

EJERCICIO Nro 59 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2017

**RECURSOS ORDINARIOS
CORRESPONDIENTES AL EJERCICIO FINALIZADO AL 31 DE DICIEMBRE DE
2017**

ANEXO II

	PARA	FINES			
	GENERALES	ESPECIFICOS	DIVERSOS	TOTAL 31/12/17	TOTAL 31 Dic 2016
Donaciones Recibidas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Reintegro de gastos	0,00	43.547,60	0,00	43.547,60	378,00
Por eventos institucionales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otros	2.528,82	0,00	0,00	2.528,82	
Subsidios (Anexo V)	2.031.939,78	0,00	0,00	2.031.939,78	1.897.763,81
Totales	2.034.468,60	43.547,60	0,00	2.078.016,20	1.898.141,81

Las notas y Anexos que se acompañan forman parte integrante de este estado.

El informe se extiende en documento aparte.

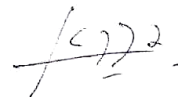
Firmado para su identificación.



Adrián Alejandro Griggio
Contador Público (U.Moron)
C.P.C.E.C.A.B.A. Tº 229 Fº 62



Dr. Jorge O. Errecalde
Académico Tesorero



Dr. Carlos O. Scoppa
Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957

EJERCICIO Nro 59 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2017

**GASTOS GENERALES DE ADMINISTRACION
CORRESPONDIENTES AL EJERCICIO FINALIZADO EL 31 DE DICIEMBRE DE
2017**

ANEXO III

	31/12/17	31/12/16
<i>Por Actividades Institucionales Académicas y Científicas:</i>		
Asambleas Plenarias	57.371,00	85.122,00
Incorporación Académicos	20.900,00	31.064,20
Viajes Académicos	87.646,21	125.172,92
Gastos protocolares	14.392,26	18.870,64
Locación de servicios: biblioteca	50.690,00	46.844,00
Otras actividades Académicas	55.327,20	49.118,70
Premios	31.100,00	34.060,00
<i>Por administración:</i>		
Sueldos Personal	783.948,34	609.621,35
Cargas Sociales	258.396,18	196.766,78
Aportes Sindicales	15.590,94	12.192,43
Honorarios Profesionales	225.535,00	181.907,00
Servicios Públicos	34.793,94	29.249,30
Franqueo	64.406,00	52.318,00
Locaciones de servicios: limpieza	116.475,00	71.500,00
Abonos de mantenimiento operativo	51.600,00	55.170,00
Librería e Insumos	25.137,00	27.343,00
Mantenimiento Refacciones	125.585,57	114.811,19
Seguros	13.198,03	2.182,06
Servicios Varios	120.092,35	67.794,12
Gastos bancarios	38.480,54	9.080,13
Gastos generales	54.558,97	22.033,76
Publicaciones	0,00	0,00
Movilidad y traslados	22.129,60	23.266,84
Varios	0,00	0,00
TOTAL	2.267.354,13	1.865.488,42

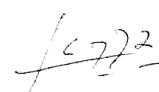
Las notas y Anexos que se acompañan forman parte integrante de este estado.

El informe se extiende en documento aparte.

Firmado para su identificación.


Adrián Alejandro Griggio
Contador Público (U.Moron)
C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62


Dr. Jorge O. Errecalde
Académico Tesorero


Dr. Carlos O. Scoppa
Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957

EJERCICIO Nro 59 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2017

**RESULTADOS FINANCIEROS NETOS Y POR TENENCIA
CORRESPONDIENTES AL EJERCICIO FINALIZADO EL 31 DE DICIEMBRE DE
2017**

ANEXO IV

DETALLE	31/12/17	31 Dic 2016
Intereses Positivos	0,00	0,00
Diferencias de Cotización Positivas ganadas	577.800,00	599.200,00
		599.200,00
Menos:		
Intereses Negativos	0,00	0,00
Diferencias de Cotización Negativas perdidas	0,00	0,00
	0,00	0,00
TOTAL de Resultados Financieros y por Tenencia	577.800,00	599.200,00

Las notas y Anexos que se acompañan forman parte integrante de este estado.

El informe se extiende en documento aparte.

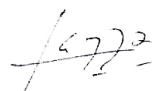
Firmado para su identificación.



Adrián Alejandro Griggio
Contador Público (U.Moron)
C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62



Dr. Jorge O. Errecalde
Académico Tesorero



Dr. Carlos O. Scoppa
Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957

EJERCICIO Nro 59 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2017

SUBSIDIOS DE LA TESORERIA GENERAL DE LA NACION RECIBIDOS

DURANTE EL EJERCICIO FINALIZADO EL 31 DE DICIEMBRE DE 2017

ANEXO V

Fecha depósito	Comprobante	Importe	Corresponde a
02/01/2017		\$ 5.500,00	Sueldos Bono fin de 2016
02/01/2017		\$ 110.621,35	Sueldos Enero de 2017
09/01/2017		\$ 52.733,00	Gastos Enero de 2017
14/02/2017		\$ 15.516,26	Sueldos parcial Febrero de 2017
14/02/2017		\$ 52.733,00	Gastos Febrero de 2017
16/02/2017		\$ 95.105,09	Sueldos parcial Febrero de 2017
16/03/2017		\$ 110.621,35	Sueldos Marzo de 2017
20/03/2017		\$ 52.733,00	Gastos Marzo de 2017
26/04/2017		\$ 110.621,35	Sueldos Abril de 2017
10/05/2017		\$ 52.733,00	Gastos Abril de 2017
17/05/2017		\$ 52.733,00	Gastos Mayo de 2017
22/05/2017		\$ 60.788,99	Sueldos parcial Mayo de 2017
25/05/2017		\$ 49.832,36	Sueldos parcial Mayo de 2017
13/06/2017		\$ 55.310,68	1er SAC proporcional de 2017
16/06/2017		\$ 110.621,35	Sueldos de Junio de 2017
19/06/2017		\$ 52.733,00	Gastos de Junio de 2017
28/07/2017		\$ 179.948,00	Sueldos y Gastos de Julio 2017
31/08/2017		\$ 185.479,00	Sueldos y Gastos de Agosto de 2017
28/09/2017		\$ 185.479,00	Sueldos y Gastos de Septiembre 2017
01/11/2017		\$ 185.479,00	Sueldos y Gastos de Octubre de 2017
09/11/2017		\$ 2.766,00	Sueldos anteriores ajuste 2017
01/12/2017		\$ 185.479,00	Sueldos y Gastos de Noviembre 2017
20/12/2017		\$ 66.373,00	2do SAC 2017
		\$ 2.031.939,78	TOTAL

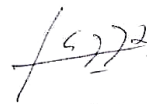
Las notas y Anexos que se acompañan forman parte integrante de este estado. El informe se extiende en documento aparte.
Firmado para su identificación.



Adrián Alejandro Griggio
Contador Público (U.Moron)
C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62



Dr. Jorge O. Errecalde
Académico Tesorero



Dr. Carlos O. Scoppa
Académico Presidente

DENOMINACION: **ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957

EJERCICIO Nro 59 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2017

INFORME DEL AUDITOR

Señores Miembros

de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

1. Informe sobre los estados contables

En mi carácter de Contador Público independiente, he auditado los estados contables de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria detallados en el apartado siguiente:

- Estado de Situación Patrimonial al 31 de diciembre de 2017,
- Estado de Recursos y Gastos por el ejercicio finalizado el 31 de diciembre de 2017,
- Estado de Evolución del Patrimonio Neto por el ejercicio finalizado el 31 de diciembre de 2017,
- Estado de Flujo de Efectivo por el ejercicio finalizado el 31 de diciembre de 2017,
- Notas 1 a 3 y Anexos I a V que forman parte integrante de los Estados Contables al 31 de diciembre de 2017, resumen de las políticas contables significativas y otra información explicativa.

Las cifras y otra información correspondientes al ejercicio económico terminado el 31 de diciembre de 2016 son parte integrante de los estados contables mencionados precedentemente y se las presenta con el propósito de que se interpreten exclusivamente en relación con las cifras y con la información del ejercicio económico actual.

2. Responsabilidad del órgano de dirección en relación con los estados contables

La Dirección es responsable de la preparación y presentación razonable de los estados contables adjuntos de conformidad con las normas contables profesionales argentinas y del control interno que la dirección considere necesario para permitir la preparación de estados contables libres de incorrecciones significativas.

3. Responsabilidad del auditor

Mi responsabilidad consiste en expresar una opinión sobre los estados contables adjuntos basada en mi auditoría. He llevado a cabo mi examen de conformidad con las normas de auditoría establecidas en la Resolución Técnica N° 37 de la Federación Argentina de Consejos Profesionales de Ciencias Económicas. Dichas normas exigen que cumpla los requerimientos de ética, así como que planifique y ejecute la auditoría con el fin de obtener una seguridad razonable de que los estados contables están libres de incorrecciones significativas.


Adrián Alejandro Griggio
Contador Público (U.Moron)
C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62

DENOMINACION: ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

Domicilio Legal: AVENIDA ALVEAR 1711, 2do piso – CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

C.U.I.T.: 30-62755081-9

OBJETO: Científico

FECHA de autorización del Poder Ejecutivo Nacional: Dto. 3642 del 27 de diciembre de 1957

EJERCICIO Nro 59 iniciado el 1ro de Enero y finalizado el 31 de Diciembre de 2017

INFORME DEL AUDITOR – Continuación

Una auditoría conlleva la aplicación de procedimientos para obtener elementos de juicio sobre las cifras y la información presentadas en los estados contables. Los procedimientos seleccionados dependen del juicio del auditor, incluida la valoración de los riesgos de incorrecciones significativas en los estados contables. Al ejecutar dichas valoraciones del riesgo, el auditor tienen en cuenta el control interno pertinente para la preparación y presentación razonable por parte de la entidad de los estados contables, con el fin de diseñar los procedimientos de auditoría que sean adecuados en función de las circunstancias y no con la finalidad de expresar una opinión sobre la eficacia del control interno de la entidad. Una auditoría también incluye la evaluación de la adecuación de las políticas contables aplicadas y de la razonabilidad de las estimaciones contables realizadas por la Dirección de la entidad, así como la evaluación de la presentación de los estados contables en su conjunto.

Considero que los elementos de juicio que he obtenido proporcionan una base suficiente y adecuada para mi opinión de auditoría.

4. Opinión

En mi opinión, los Estados Contables adjuntos presentan razonablemente, en todos sus aspectos significativos, la situación patrimonial de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria al 31 de diciembre de 2017, así como sus resultados, la evolución de su patrimonio neto y el flujo de su efectivo correspondientes a los ejercicios económicos terminados en esas fechas, de conformidad con normas contables profesionales argentinas.

5. Informe sobre otros requerimientos legales y reglamentarios

- a) Según surge de los registros contables de la entidad, al 31 de diciembre de 2017 existe un pasivo devengado no exigible a favor del Sistema Integrado Previsional Argentino en concepto de aportes y contribuciones previsionales de \$ 50.496,32 (pesos cincuenta mil cuatrocientos noventa y seis con 32/100).
- b) He aplicado los procedimientos sobre prevención de lavado de activos de origen delictivo y financiación del terrorismo, previstos en la Resolución N° 420/11 de la Federación Argentina de Consejos Profesionales de Ciencias Económicas.

Buenos Aires, 01 de Marzo de 2018.



Adrián Alejandro Griggio
Contador Público (U.Moron)
C.P.C.E.C.A.B.A. T° 229 F° 62



consejo Profesional de Ciencias Económicas
de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Buenos Aires 09/05/2018

LEGALIZAMOS, de acuerdo con las facultades otorgadas a este CONSEJO PROFESIONAL por las leyes 466 (Art. 2. inc. d y j) y 20.488 (Art. 21 inc. i) la actuación profesional de fecha 01/03/2018 referida a **BALANCE** a **ANAV A.C.**

01 Q T. 47 Legalización: N° 296928

de fecha 31/12/2017 perteneciente a 30-62755081-9 para ser presentada ante y declaramos que la firma inserta en dicha actuación se corresponde con la que el Dr. **BRIGGIO ADRIAN ALEJANDRO** CP T° 0229 F° 062 que se han efectuado los controles de matrícula vigente y control formal de dicha actuación profesional de conformidad con lo previsto en la Res. C. 236/88, no implicando estos controles la emisión de un Dictamen sobre la actuación profesional, y que firma en carácter de socio de

N° H 2273333

LA PRESENTE LEGALIZACIÓN NO ES VÁLIDA SIN EL SELLO Y FIRMA DEL SECRETARIO DE LEGALIZACIONES.

DR. MARCELO E. DEMAYO
CONTADOR PÚBLICO (UBA)
SECRETARIO DE LEGALIZACIONES

USO EXCLUSIVO PARA LEGALIZACION
Este formulario no es válido sin la oblea de legalización correspondiente.



consejo

Necrológicas

Dr. Jean Philippe Culot (1928-2017), por el Dr. Carlos Octavio Scoppa

Jean Philippe Culot nació en Nannine, en el corazón de la Valonie belga y estudió en la Facultad de Ciencias Agrarias de Gembloux donde se graduó de Ingeniero Químico y de Industrias Agrícolas, obteniendo posteriormente en esa misma casa su Agregación a la Enseñanza Superior, formación que completó en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Lovaina con una Licenciatura en Física Teórica. Su vocación por la docencia se manifestó apenas terminó los primeros estudios universitarios en la misma Gembloux y se continúan como Profesor Asociado por concurso, en la Cátedra de Edafología de la Universidad Oficial del Zaire, país donde fue también Investigador Principal y Jefe del Departamento de Química y Bioquímica de la División Agrícola del Instituto para la Investigación Agrícola del ex Congo Belga. A partir de 1962 fue Experto, Director de Proyectos y Consultor de la FAO en Argentina, Chile, en su sede de Roma y en la Oficina Regional para Sudamérica, destinos en los cuales no dejó de realizar tareas de investigación y enseñanza al tiempo que dirigía y administraba programas de desarrollo agrícola. Ocupó también, y a veces de manera simultánea, un conjunto de cargos y responsabilidades en organizaciones de docencia, instituciones nacionales y organizaciones de cooperación internacional siendo director de cursos de postgrado relacionados con su especialidad en la Argentina y el exterior. Fue jefe del Departamento de Suelos y Técnicas Culturales de la EEA Balcarce, Director del centro de Investigaciones en Recursos Naturales del INTA, jefe del Departamento de Producción Vegetal de la U.N. de Mar del Plata, miembro del Consejo Consultivo y Académico y Director del Programa de Postgrado de Producción Vegetal de esa Universidad. Fue también miembro de la Junta Asesora del Doctorado en Ciencias Agrarias de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires e integró la Comisión Asesora de Ciencias Agropecuarias del CONICET. Fue uno de los primeros profesores de la vieja Facultad de Ciencias Agrarias de Balcarce, dictó cursos en Colombia, Chile y como Profesor Visitante en la Universidad de Cornell (USA). Los resultados de su labor como investigador en Fertilidad, Cartografía, Clasificación y Evaluación de Suelos y Tierras han sido volcados en publicaciones nacionales e internacionales, en capítulos de libros, aportes a congresos e informes técnicos. La base teórica y la profundidad de sus investigaciones, como también su actividad de labrador, garantizaron los desarrollos tecnológicos que produjo, tanto para el sudeste bonaerense como para el país en su

conjunto. Esta entrega y trayectoria hicieron del Ing. Quím. Culot una personalidad destacada y reconocida en el país y el exterior, cuyos aportes han contribuido al desarrollo de la Ciencia del Suelo en la Argentina por lo concreto de sus ideas y formidable capacidad para aglutinar voluntades. El amor por la enseñanza y la formación integral del hombre estuvieron siempre presentes en su vida. En todos los proyectos internacionales y nacionales en los que participó o dirigió, el componente capacitación ocupaba un lugar preponderante. La pléyade de distinguidos discípulos a los cuales contribuyó a capacitar de manera directa o encontrando los mecanismos que lo posibilitaran, así lo atestiguan. Similares méritos demostró en las actividades y responsabilidades de función y gerencia, donde puso en evidencia sus atributos de organizador abierto, cumpliéndolas con la integridad moral que lo caracterizó siempre. Desde su llegada a la Argentina hace casi cuatro décadas, la eligió para instalar su hogar y criar sus hijos integrándose de manera explícita a la comunidad que lo recibiera y que vio en él, además de su trayectoria científica y docente, hombría de bien, don de gentes y respeto irrestricto a las normas de ética.

Personalmente tuve el privilegio de compartir proyectos e ilusiones, el trajín del gabinete, la soledad de los paisajes, la discusión apasionada, el descanso con la plática casi confesional de ideas y emociones, la calidez de su hospitalaria familia. Este conocimiento me posibilitó valorar sus sobresalientes cualidades de investigador, docente y ser humano. En 1996, nuestra Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria lo incorporó como Académico Correspondiente en la ciudad de Mar del Plata, con lo cual seguramente no solo sintió esta designación como una distinción sino también como un compromiso para, con su moral, su inteligencia y su trabajo, aguijonear los ijares para mantener siempre brioso al noble corcel que es nuestra Corporación.

Profesores, colegas, alumnos lo llamábamos Philippe, ya que el trato doctoral habría disminuido la afectividad que entrañaba su afable personalidad. Era la forma íntima de expresar el estado de propiedad que todos nos atribuíamos, y cuya sencillez lo presentaba despojado de antesala, permitiéndole aparecer siempre como el punto de arribada franco y propicio.

Y todos los que tuvimos la prerrogativa de haberlo conocido y tratado pudimos anotararlo sin reserva en la lista siempre escasa de aquellos que tienen calores en el alma y fraternidades en el corazón.

La Academia, el peso de su historia y su leyenda lo tendrán para siempre incorporado sintiéndolo con toda la fascinante magia de su calidad humana y lucidez intelectual.¹

¹ El Ing. Culot nació el 6 de septiembre de 1928 y falleció en Buenos Aires el 21 de agosto de 2017 (Nota del E.).

Dr. Olindo Adrián Luis Martino (1930-2017), por el Dr. Emilio Gimeno



PALABRAS PARA DESPEDIR UN AMIGO...

Conocí a Olindo hace más de 50 años, cuando los dos entramos como docentes en la Facultad de Veterinaria de La Plata. Él como Profesor Adjunto, a cargo de la Cátedra de Salud Pública de la carrera de Bacteriología y yo como Jefe de Trabajos Prácticos en Infecciosas. Ambos formamos parte del Departamento de Epizootiología y Salud Pública y ambos participábamos en las reuniones mensuales del mismo, donde teníamos oportunidad de analizar, discutir y proyectar, actividades de la profesión y aplicar criterios diagnósticos y terapéuticos. En esas reuniones Olindo como médico, compartía los problemas veterinarios y decía que aprendía de nosotros, cuando en realidad nos estaba enseñando una metodología para enfocar los problemas.

Martino ejercía una medicina holística donde el clima, el suelo, al agua y el aire, participaban dentro de la patología, como factores predisponentes y determinantes. La veterinaria, que es una medicina con raigambres económicas ligadas a esos factores, le encantaba. Y mientras modestamente - como era siempre su costumbre - nos agradecía poder participar en nuestros problemas, en realidad éramos nosotros los que debíamos estar agradecidos por su contribución, con amplios puntos de vista como médico ambientalista.

Su extraordinaria bonhomía, la expresó en toda la problemática médico- social. Desde su época de médico tropicalista, formado en la escuela de San Pablo (Brasil), siempre se dedicó a enfrentar los casos que atacan por lo general a los estratos más pobres de la sociedad. Ello lo llevó a ejercer una medicina multifacética. Desde el hospital Muñiz, en

la Capital, hasta atender las endemias parasitarias del norte de nuestro país, o participar en las epidemias de cólera en Perú, o correr a Ruanda y Zaire en el África, para asistir a los damnificados por la guerra tribal entre “Tutsis” y “Hutus”, que se llevó más de 800.000 muertos, no solo por la violencia, sino por el hambre y la pobreza. Martino, cumplió con esas misiones bajo la bandera argentina, mandado por una misión de la ONU, que reconoció sus valores humanos y de médico especializado en desastres.

Las dificultades nunca lo arredraron, aún en la actualidad alternaba los sillones de la Academia de Medicina en la calle Las Heras con viajar incómodo al noreste de nuestro país para atender y asesorar diversos centros asistenciales, en pleno Impenetrable o en el Chaco salteño, donde la pobreza es la verdadera causa de las patologías, no solo los microbios y los parásitos.

Tenía por nuestra Academia una especial predilección, quizás continuación del afecto que lo unía a nuestra profesión en nuestra antigua Facultad, que se expresó cuando comenzó a escribir su particular libro sobre las enfermedades causadas por la agresión de los animales, obra donde se analizan los complejos efectos y causas, de la interacción animal con el hombre.

Su obra póstuma, “La infectología que aprendí, viví y sentí” - que no pudo llegar a presentar públicamente, y a cuya editorial yo tuve el honor de presentarle para editarlo - es el relato de una vida con las alegrías y sufrimientos de un hombre de gran sensibilidad humana y de gran capacidad científica. En ella alternan los premios y reconocimientos por su capacidad médica y técnica, demostrada en el país y en el extranjero, con las tristezas que causan la muerte, la miseria y la inequidad humana, que existen en los problemas sociales y que son la causa coadyuvante de los problemas de salud.

Martino se definió a sí mismo como “un médico con sensibilidad social”. Sirvan estas palabras para recordar su vida como expresión de su múltiple capacidad médica, pero más para reconocer a un hombre que nos acompañó siempre, con su infinita comprensión y bondad.

Per. Agr. José Luis Foguet (1930-2017). Nota necrológica¹



La vida de José Luis Foguet fue un ejemplo de seriedad y dedicación a las actividades agropecuarias, especialmente a los cítricos, cultivo que en gran medida contribuyó a cimentar. A lo largo de 60 años, con un trabajo perseverante, continuo, comprometido y dedicado, nos legó las bases de la nueva citricultura que actualmente conocemos. Sus obras, el rigor científico que distinguía sus trabajos, la precisión de sus presentaciones, las citas poéticas que poblaban sus textos y la búsqueda permanente de la información irrefutable quedan en la memoria de quienes lo conocimos como una lección a imitar.

Nacido en San Miguel de Tucumán el 13 de octubre de 1930, graduado como Perito Agrónomo en la Escuela de Agricultura y Sacarotecnia de la Universidad Nacional de Tucumán, donde más tarde se desempeñó como profesor de Citricultura, inició su carrera profesional en el año 1957, como técnico de la Sección Fruticultura de la entonces Estación Experimental Agrícola de Tucumán y recorrió durante 40 años todos los escalones de la Carrera de Técnicos e Investigadores coronando su trayectoria como Director Técnico de esta institución en 1994. Por sus aportes significativos a la investigación y a la formación de discípulos, fue designado Investigador Emérito por el Directorio de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes en 1995. Siempre expresaba que estas dos instituciones tuvieron marcada influencia en su formación profesional y recordaba con afecto al cuerpo de profesores, compañeros de estudio y alumnos. En el ámbito privado mantuvo una prolongada relación con San

¹ Nota necrológica publicada en Avance Agroindustrial 38(4):51. 2017.

Miguel S.A. y Ledesma S.A., en cuyas fincas aplicó las experiencias que desarrolló en la Estación Experimental y que rápidamente se proyectaran a todo el ámbito citrícola. Escribió más de 100 trabajos importantes y participó en numerosos congresos científicos de su especialidad.

Cuando el 6 de septiembre de 2006 fue incorporado como Académico Correspondiente a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria², el Dr. Carlos Scoppa, en su calidad de Presidente de la Institución, dijo entre otras cosas: “Esta distinción tan especial que colma con creces las expectativas de cualquier ciudadano, está reservada sólo a aquellos que poseen la verdadera esencia de responsabilidad y solidaridad, volcándose con convicción al estudio y la meditación, observando intachable conducta, virtudes propias de un buen ciudadano, que procede y actúa con señorío, que no tuvo nunca la pueril actitud de buscar el lucimiento personal para consagrarse al trabajo solidario impulsado por las fuerzas superiores del espíritu que caracterizan a la madurez”.

Incansable en la búsqueda del conocimiento más avanzado y dotado de una memoria prodigiosa, José Luis realizó estudios de citricultura en Brasil, California y Florida, visitó las zonas citrícolas de España, Marruecos, Sudáfrica, Israel, Brasil, Uruguay, Perú, Chile, México y Estados Unidos, trayendo de cada viaje lo mejor que encontrara para probar y desarrollar en Tucumán. Introdujo del exterior y obtuvo clones nucleares para la puesta a prueba y posterior difusión -tras años de experimentación, análisis, comparaciones y selecciones- de las variedades y portainjertos más importantes de cítricos difundidos principalmente en el noroeste argentino y actualmente en uso. Con estos materiales, más la adopción de diseños de plantación adecuadas y la práctica del no laboreo, pionera en la agricultura del noroeste argentino, la citricultura tomó un rumbo dirigido a la industrialización y a la exportación de frutas frescas a Europa y otros mercados, llevándola a los primeros planos de la citricultura mundial. A partir de 1960, desarrolló un extenso y prolífico programa de “Mejoramiento Genético de Portainjertos Cítricos” para la obtención de materiales adecuados a las condiciones ecológicas de Tucumán, con plantas de menor porte y mayor eficiencia productiva. De este programa resultó la producción de más de 1000 híbridos de los cuales queda todavía un número importante de progenies para evaluar; cinco portainjertos nuevos fueron liberados al cultivo.

² El Per. Agr. José Luis Foguet fue designado Académico Correspondiente el 14 de julio de 2005 (N. del E.).

Si el mejoramiento genético fue una de sus obsesiones, no lo fueron menos sus estudios destinados a la sanidad integral del cultivo, a la nutrición, a los mejores sistemas de riego, la producción de plantas bajo cubierta y al logro de plantaciones que, además de productivas fueran todo lo bellas y cuidadas como para hacer de ellas un lugar reconfortante y placentero.

Convencido del perfil industrial de la limonicultura tucumana, tuvo un rol protagónico en el desarrollo de la exportación de fruta fresca, complementando el factor estratégico de contra estación con sistemas de cosecha, conservación de la fruta y control de enfermedades de poscosecha.

Austero, dueño de una gran vocación de servicio y una natural humildad, fue, además de un perseverante investigador, un buen padre y un amante de la poesía, del teatro, al que dedicó parte de su entusiasmo juvenil, del montañismo y de su deporte favorito, el rugby. Leal e incondicional amigo y maestro, cabal e íntegro, será para quienes lo conocimos y tuvimos la suerte de trabajar con él, una figura inolvidable³.

³ José Luis Foguet falleció en Tucumán el 29 de noviembre de 2017 (N. del E.).

Dr. Emilio G. Morini (1930-2017). Nota necrológica¹

DR. EMILIO G. MORINI, DIRECTOR EMÉRITO DE LA REVISTA VETERINARIA ARGENTINA, SU FALLECIMIENTO.

El pasado viernes 21 julio falleció el Dr. Emilio G. Morini, a la edad de 100 años. El Dr. Morini nació el 8 de junio de 1917 y egresó como Doctor en Medicina Veterinaria de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires en 1938, perfeccionándose en su especialidad - Parasitología y Enfermedades Parasitarias - en Estados Unidos y en la Escuela de Alfort (Francia) con el Profesor J. Guilhon.



En su extensa carrera docente fue Profesor Titular de Parasitología y Enfermedades Parasitarias en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires y en la de Ciencias Veterinarias de La Plata, donde asimismo también fue Profesor Titular de Parasitología Comparada de la Carrera de Bacteriólogo Clínico e Industrial. Después de su retiro fue designado Profesor Emérito de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires.

¹ Nota necrológica sobre el Dr. Emilio G. Morini publicada en la Revista Veterinaria Argentina, Editor Norberto Speroni, en diciembre de 2017. Recuperada de: <https://www.veterinariargentina.com/revista/2017/07/27>

Fue Secretario Técnico de la **Revista Veterinaria Argentina** desde 1984 hasta 1994 y Director desde esa fecha hasta el año 2009. Actualmente era Director Emérito de la revista.

En su actuación profesional fue Director de Investigaciones en Ciencia Animal para el Cono Sur de América Latina de Merck, Sharp y Dohme. Publicó 43 trabajos científicos en revistas nacionales y extranjeras y numerosos trabajos de divulgación como asimismo ha colaborado en varios libros.

Entre las distinciones recibidas se destacan el Primer Premio, Diploma y Medalla de Oro al Mejor Trabajo de la Producción Veterinaria de la Asociación de Medicina y Ciencias Afines de la Municipalidad de Buenos Aires (1947), el Premio al Mejor Trabajo para veterinarios sudamericanos del Jockey Club de Montevideo (Medalla de Oro) en 1949 y el Primer Premio al Mejor Trabajo de Investigación de la Dirección de Remonta y Veterinaria del Ejército Argentino.

NUEVAS INCORPORACIONES

Incorporación del Académico de Número Ing. Agr. / Ph.D. Rodolfo Cantet

Presentación por el Dr. Julio García Tobar

Sr. Presidente, Sres. Académicos, Señoras y Señores

Dada la diversidad etaria de los aquí presentes debo asumir que algunos lo hemos conocido y lo recordamos, otros lo hemos conocido y olvidado y algunos no lo han conocido. Me refiero a Minguito Tinguittella, un personaje que, interpretado por Juan Carlos Altavista, ocupó un lugar destacado en la televisión argentina en las décadas del 60 y 70 del siglo pasado.

Minguito tenía un par de latiguillos que describen, de manera muy concisa, pero también muy precisa, el sentir de, me animaría a decir, una significativa mayoría de nuestros compatriotas. Estos eran...”Ségual” y “Laburás, te cansás, qué ganás?”

Los desvalores que estas expresiones subrayan han calado, desde hace décadas, muy hondo en la trama social del país. Un país donde mucha dirigencia ha fomentado el facilismo y la holgazanería. Sirva, a simple y breve modo de ejemplo, recordar que aquí, hasta hace muy poco, la directiva de ciertas autoridades educativas fue no reprobar a ningún alumno. Donde los abanderados se elegían por el voto de sus compañeros y no por mérito. Donde muchas universidades han otorgado títulos honoris causa, sin demasiada causa a quienes tenían y tienen poco honor. Donde por muchas décadas las alpargatas primaron sobre los libros, la picardía sobre la inteligencia, la prebenda sobre el esfuerzo, el parecer sobre el ser.

Es por eso que el motivo que hoy nos reúne es particularmente importante.

Porque lo que hoy venimos a hacer, incorporando al Dr. Rodolfo Cantet a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, como Académico de Número, es demostrar que no todo es igual, que hay quienes trabajan y se cansan, pero ganan. Ganan para sí y mucho más importante aún, ganan para la sociedad que integran.

Porque lo que hoy estamos haciendo es destacar que mérito y excelencia son valores que aún tienen vigencia en algunos ámbitos de nuestro país y que deseamos y esperamos que, de la mano de personas como Cantet, tengan cada día más peso y relevancia en nuestra sociedad.

Se atribuye mérito a un individuo cuyo esfuerzo, trabajo, acciones o compromisos y hombría de bien son reconocidos. Después de un exhaustivo análisis de su trayectoria los

miembros de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria hemos reconocido los méritos de Rodolfo Cantet.

Según el diccionario de la Real Academia Española excelencia es la superior calidad o bondad que hace digno de singular aprecio y estimación algo. Sin duda, el término puede aplicarse al trabajo científico, técnico, de extensión, de docencia y formación de recursos humanos de nuestro nuevo cofrade.

Lo dicho alcanza para justificar que se haya decidido asignar un sitial en la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria al Dr. Cantet. Creo, sin embargo, que resulta pertinente ilustrarlo, aunque solo sea de manera somera.

Trataré de sintetizar, con gruesos trazos, casi diría usando un estilo impresionista, los logros de Cantet:

Ingeniero Agrónomo por la Universidad de Buenos Aires, Master of Science en producción animal por la Montana State University y en estadística por la University of Illinois, en la que también obtuvo su doctorado (PhD) en mejoramiento genético animal, fellow post-doctoral en el Centro de Mejoramiento Genético Animal de la University of Guelph.

Hoy Rodolfo Cantet es Profesor Titular Plenario de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires e Investigador Principal del CONICET.

Y aquí quiero detenerme un minuto para recordar y rendir homenaje a un ex-Académico de Número que, como Director del Departamento de Producción Animal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, empuñó continuos y denodados esfuerzos, bajo difíciles circunstancias, para promover la formación de recursos humanos. Me refiero al Dr. Enrique García Mata que fue quien hizo la primera apuesta por el docente auxiliar Cantet, obteniendo para él una beca de la entonces Comisión de Campos de la Universidad de Buenos Aires. Clara demostración de la validez del evangélico: Por sus frutos los conoceréis.

Muy extenso es el listado de artículos científicos, técnicos y de extensión de los que Rodolfo es autor e impactan los índices referidos a la calidad y relevancia de estos aportes. Nadie debe pensar en un científico, que sin duda lo es, encerrado en su torre de marfil. Cantet ha sabido derivar técnica de la ciencia y práctica de la técnica, contribuyendo así con los esfuerzos, en aras del mejoramiento productivo, de criadores de vacunos de varias razas, en varios países.

La docencia y formación de recursos humanos han merecido la atención de nuestro nuevo Académico. Se dice que un profesor enseña, pero un maestro inspira. Cantet está transitando ese camino.

Aquellos que prefieran el detallismo por sobre el impresionismo podrán visitar el sitio web de la Academia para conocer el curriculum vitae integro de Rodolfo Cantet y enterarse, con todo detalle, lo mucho y de muchísimo valor que ha aportado a su campo de especialización.

Al darle la bienvenida a nuestra Academia al Dr. Cantet lo hago con satisfacción profunda y doble. Primero porque Rodolfo es una muy fuerte y muy fructífera rama del viejo tronco de Zootecnia de la Facultad de Agronomía y luego porque hoy puedo afirmar: te equivocaste Minguito. Se equivocan los muchos y a veces muy importantes e influyentes minguistas. No segual! Es absolutamente falso el laburás, te cansás, qué ganás?

Bienvenido Dr. Rodolfo Cantet a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.

Dr. Julio García Tobar

Incorporación del Académico de Número Ing. Agr. /Ph.D. Rodolfo Cantet

Conferencia

Identidad por descendencia y regresión ancestral

R. J. C. Cantet ^{a, b}

^a Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, 1417, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

^b Instituto de Producción Animal (INPA); Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

RESUMEN

Hasta el día de hoy la predicción del mérito genético (técnicamente el “valor de cría” o BV) para la selección comercial de animales, se ha realizado exitosamente asumiendo una distribución normal o Gausiana, sin necesidad de identificar las variantes genéticas responsables de la variabilidad genética aditiva del carácter o caracteres bajo selección. La información predictiva se encuentra en las relaciones de parentesco entre individuos, medidas como la fracción del BV entre individuos que es idéntica por provenir de un ancestro común (IBD), y calculadas empleando la información del pedigree. Con el advenimiento de los marcadores moleculares de una sola base (SNP), el énfasis en la información ha girado hacia el uso de modelos predictivos que asumen asociación entre SNPs y variantes causales de la(s) característica(s) bajo selección.

Alternativamente, en esta presentación se describe un modelo denominado la “regresión ancestral”, un modelo para predecir el BV individual mediante una distribución causal (condicional), Gaussiana y Markoviana, regresando hacia los BV de padres y abuelos. El modelo AR reduce la varianza del residuo Mendeliano debido a la inclusión de dos parámetros adicionales por individuo, los que reflejan la recombinación y segregación del material genético de cada pareja de abuelos, ocurrido durante las respectivas meiosis. Los parámetros indican el parecido adicional de un abuelo o abuela por encima de 0.25, de modo tal que la suma de los genomas originados en cada pareja de abuelos suma a la contribución de cada padre. El modelo resultante es Markoviano y sencillo para ajustar a millones de BV animales porque no se requiere la inversión directa de la matriz de covarianzas entre los BV.

Palabras clave: valor de cría, identidad por descendencia, regresión ancestral.

ABSTRACT

Up today, the prediction of breeding value (BV) of animals for selection purposes has been done successfully by assuming a Gaussian distribution for BV, without any need whatsoever of identifying the causal variants which are responsible of the additive genetic variance of the trait(s) involved. The predictive information is originated in the additive relationships between individuals, or probabilities of identity by descent (IBD): the event by which homologous genes in two individuals are equal because they are copies of the same gene in a common ancestor to both. In doing that, the pedigree is employed to detect common ancestors. The use in recent times of DNA markers from a single base (SNP) has turn the focus to predictive models assuming association between SNP and causal variants of the trait(s) under selection and pedigree is oftentimes ignored.

Alternatively, we discuss the “ancestral regression, a model to predict BV by means of a causal (conditional) Gaussian and Markovian distribution that regresses the animal’s BV on parental and grandparental BV. AR induces a reduction of the Mendelian variance due to the inclusion of two parameters per animal. These linear parameters reflect the segregation and recombination produced on each couple of grandparents during respective meioses. The values of the parameters tell the reader whether the grandfather has an extra contribution above 0.25, in which the grandmother’s contribution to the genome of the grandchild will be smaller than 0.25. Should this be the other way around, then the contribution of the grandmother will be greater than 0.25. In any event, the added contribution of both grandparents should add to the contribution of the respective parent. The AR is also Markovian, a property that makes it possible to predict the BV of millions of animals without the need of direct inversion of the covariance matrix of BV.

Keywords: breeding value, identity by descent, ancestral regression.

Introducción

El jueves 22 de junio de 2017 diserté en la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, para acompañar la ceremonia de ingreso como miembro de número. Este hecho tan significativo queda registrado en las páginas que siguen. El tiempo desde ese evento invita y expande las reflexiones originales y las notas que siguen amplían las ideas de mi presentación original. El dueño de la escena es el modelo de “regresión ancestral” (AR, Cantet et al, 2017), para predecir el mérito genético individual o valor de cría (BV) empleando genotipos, pedigree e información genómica. Entiendo que este modelo sea

posiblemente mi mayor legado intelectual a la posteridad, si es que es posible hablar de tal cosa. Es entonces razonable que sea motivo de mis mayores desvelos y que su presentación dentro de los Anales de la Academia sirva como marco para introducir AR escrito en la lengua castellana.

La presentación incluye cinco partes. En la primera se desarrolla el potente concepto de Identidad por Descendencia (IBD, Malecot, 1969) como herramienta teórica para encontrar la distribución del BV entre generaciones, así como la problemática de pasar de la noción clásica de IBD discreto a una concepción continua de la información entre parientes en la molécula de ADN. Las discrepancias entre los procesos IBD discreto y continuo se describen en la sección siguiente y se concluye que ambos conducen a distintas distribuciones de la herencia del BV. Luego se plantea el valor predictivo y la versatilidad computacional de una distribución Gaussiana o Normal con características Markovianas, es decir con una estructura de dependencia respecto de una o dos generaciones ancestrales previas. Posteriormente se describe en detalle la regresión ancestral para concluir cómo esta permite una selección genómica integral, en ausencia de información fenotípica del candidato a la selección. La presentación es necesariamente técnica, pero se han evitado los desarrollos matemáticos que conducen a las expresiones descriptas, intentando simplificar la lectura.

La distribución del Valor de cría y la Identidad por Descendencia

Los valores de cría (BV) para un carácter poligénico de un grupo de individuos dentro de una población son variables aleatorias que siguen una distribución asintótica normal (o Gaussiana) multivariada (Lange, 1978; Bulmer, 1985; Abney et al, 2000). Esto quiere decir que, a medida que el número de genes causales es muy grande (técnicamente cuando tiende a gran número), la distribución se hace Gaussiana. En esta presentación emplearemos la notación clásica en mejora genética animal (Henderson, 1984) donde $\mathbf{a}$ indica un vector de orden $q \times 1$ de BV, como también una propiedad muy útil de la distribución normal multivariada: los valores esperados de una distribución Gaussiana son funciones lineales de otras variables aleatorias o de parámetros. En consecuencia, la transmisión del BV entre generaciones, puede representarse como una regresión lineal del BV de ancestros a descendientes como ocurre en la evaluación genética convencional, utilizando solamente información del pedigree (Bulmer, 1985; Henderson, 1984).

Sin perder generalidad (véase, por ejemplo, Cox y Wermuth, 1993) centraremos el valor esperado del vector Normal multivariado $\mathbf{a}$ en cero: $E(\mathbf{a}) = \mathbf{0}$. El paso siguiente es analizar

la asociación de los valores de cría de dos individuos (X e Y, digamos). Para evaluar la covarianza entre BV condicionaremos en IBD (denotado por el símbolo $\equiv$) de manera similar a Harris (1964, página 1327), pero generalizando para los genomas de X (G_X) e Y (G_Y) de modo de obtener

$$\begin{aligned} \text{cov}(a_X, a_Y) &= \text{cov}(a_X, a_Y \mid G_X \equiv G_Y) P(G_X \equiv G_Y) \\ &\quad + \text{cov}(a_X, a_Y \mid G_X \not\equiv G_Y) (1 - P(G_X \equiv G_Y)) \\ &= \text{Var}(a_i) P(G_X \equiv G_Y) + 0 (1 - P(G_X \equiv G_Y)) \\ &= \sigma_A^2 P(G_X \equiv G_Y) \end{aligned} \quad [1.1]$$

La expresión [1] indica que la covarianzas entre dos valores de cría de dos individuos cualquiera es entonces función del escalar σ_A^2 , el cuál es la varianza de los BV o varianza aditiva (Falconer y MacKay, 1996; Lynch y Walsh, 1998), y las probabilidades $P(G_X \equiv G_Y)$ que los genomas de X e Y sean IBD, es decir que compartan genes o fracciones de genoma que provienen de un antecesor común (Malecot, 1969). Nótese que la definición de IBD permite que la covarianza entre parientes termine traducándose en información sobre el BV, la cual es función de la varianza aditiva y la “relación de parentesco”, sea esperada u observada (Cantet et al, 2017). La distribución resultante es

$\mathbf{a} \sim N_q(0, \Phi \sigma_A^2)$, siendo los elementos de la matriz de covarianzas iguales a cuando $i \neq j$ y a $\Phi_{ii} = 1 + F_i$ cuando $i = j$.

Ahora, bien la probabilidad $P(G_X \equiv G_Y)$ indica IBD entre los distintos genes causales (denotados por la letra g) que afectan el carácter

$$P(G_X \equiv G_Y) = P(g_{X1} \equiv g_{Y1}, g_{X2} \equiv g_{Y2}, \dots, g_{Xn} \equiv g_{Yn}) \quad [1.2]$$

La expresión [2] es una distribución conjunta de variables aleatorias discretas: los eventos que los genes causales de X e Y son IBD. Sin embargo, las posiciones y el número, así como los efectos de todos los genes causales de cualquier carácter, suelen ser desconocidas en general. Este desconocimiento produce una fuerte incertidumbre sobre la verdadera manifestación de la “arquitectura genética” de cualquier carácter y hace que la expresión [2] requiera modificar la variable aleatoria IBD, que pasa de *discreta* a *continua*. Esto se asocia a la posibilidad actual de secuenciar el genoma, o emplear un gran número de marcadores SNP (“single nucleotide polymorphism”). La visión moderna del genoma a nivel de bases y secuencias de ADN, sumada a la *invisibilidad* generalizada de los genes causales, modifica el paradigma de la genética de poblaciones desde la

antigua noción de gen, a la más reciente consideración de secuencias y sitios o bases de ADN, que enfatiza la teoría de la coalescencia (Wakeley, 2008). Esta teoría desplaza al teorema de Hardy-Weinberg y al apareamiento aleatorio como elemento sostén de una distribución de probabilidad. Desafortunadamente, la teoría genética cuantitativa no ha asimilado este impacto y es difícil salir del paradigma inferencial del tratamiento clásico *discreto* para el proceso IBD (Thompson, 2013).

Seguir considerando la información genómica como variable aleatoria discreta en vez de continua ha retrasado la teoría de predicción del BV. El hoy ampliamente utilizado predictor ssBLUP (predicción BLUP de Henderson, 1984, en una sola etapa) aúna la información del pedigree y la genómica como variables discretas (Legarra et al, 2014). Esto conduce a multicolinealidad del predictor que desconsidera al genoma como continuo, y en consecuencia ssBLUP no posee la propiedad de ser el predictor de mínima varianza (la B de “best” en BLUP). Por lo tanto, no asegura la máxima exactitud posible de predicción para un predictor lineal insesgado (Henderson, 1984). La solución a este problema es obtener la covarianza Φ como si la variable aleatoria asociada con el IBD compartido entre X e Y fuese continua, combinando la información del pedigree y la genómica de modo que no se encuentren correlacionadas.

La implementación del algoritmo de predicción del BV requiere que la matriz Φ sea fácilmente invertible. En la actualidad, la población de ganado Holstein en E.E.U.U. forma un sistema de ecuaciones BLUP de decenas de millones de BV. Para que Φ sea invertible con un algoritmo similar al desarrollado por Henderson (1984) con la matriz de relaciones aditivas A (calculada empleando sólo el pedigree), el proceso estocástico que resulta en IBD compartido debe ser Markoviano. Esto quiere decir que la dependencia del BV es sólo con una o dos generaciones ancestrales previas (padres y abuelos). Esta dependencia de unas pocas generaciones ancestrales es reforzada por la teoría de Chang (1999), quien demostró que la presencia del genoma de un ancestro en un descendiente es prácticamente nula luego de 6 a 10 generaciones de distancia. Esto ocurre para poblaciones de tamaño efectivo entre 100 y 1000, rango en el que se encuentran todas las poblaciones de animales productivos. Consecuentemente, las covarianzas entre BV basadas en información genómica son prácticamente nulas luego de 6 a 10 generaciones para cualquier población animal mejorada, e irrelevantes al propósito de predecir BV.

Utilizando esa dependencia ancestral limitada a padres y abuelos, Cantet et al (2017) obtuvieron una ecuación predictiva *causal* (Angrist et al, 1996; Pearl, 2000), la que denominaron “regresión ancestral” y obtuvieron las siguientes propiedades: 1. AR

considera el IBD compartido como proceso continuo sin generar redundancias lineales (multicolinealidad) entre la información de pedigree y la genómica; 2. El proceso de IBD compartido en AR es Markoviano; con lo cual la matriz de covarianzas entre BV puede invertirse empleando un algoritmo con un número de operaciones que es función lineal del número de individuos evaluados.

IBD discreto vs. IBD continuo

Existe una profusa literatura sobre cómo calcular las probabilidades de IBD ($P(\text{IBD})$) para un gen segregando independientemente, pero es muy escasa la información sobre cómo calcular la $P(\text{IBD})$ para dos genes ligados (Cockerham y Weir, 1973, 1977). El trabajo de estos autores es prueba elocuente de lo difícil que resulta el cálculo, solo factible para un número limitado de individuos emparentados. Debe señalarse que, considerar un número finito – si bien muy grande – de loci independientes implica *no tener en cuenta el proceso de recombinación* (Schnell, 1961). Una solución consiste en considerar la secuencia de bases en los cromosomas como un *continuo* y modelar la ocurrencia de recombinaciones como un proceso estocástico que ocurre continuamente en el genoma. Dicho proceso refleja la ocurrencia de una serie de eventos binarios: 1 = IBD, 0 = no IBD. La primera referencia al proceso IBD tratado como una variable aleatoria continua es Donnelly (1983), quién lo modeló como una caminata aleatoria (“random walk”) en el genoma sobre los vértices de un hipercubo, siendo cada dimensión una meiosis dentro del pedigree. En la medida que ambos individuos se relacionan de manera más distante en el pasado, el proceso IBD se manifiesta negativamente en “no IBD” durante la mayor parte de la caminata aleatoria, pero en ocasiones ocurre el estado “extremo” de IBD. Bickeboller y Thompson (1996) encontraron que no existe un número de loci segregando independientemente que sea equivalente al número de loci ligados (no independientes), y cuya función dependa de la tasa de recombinación. Transcribiremos ahora su razonamiento.

Sea y_N la proporción de loci compartidos IBD por c medio hermanos, respecto de N loci independientes. La probabilidad de que los c medio hermanos posean alelos IBD en un gen es igual a $q = 0.5^{c-1}$. Entonces, $N y_N$ es una variable aleatoria con distribución Binomial cuyos parámetros son N y q . La esperanza y la varianza de y_N son respectivamente iguales a

$$E(y_N) = \frac{1}{2^{c-1}} \quad \text{Var}(y_N) = \frac{1}{2^{c-1}} \left(1 - \frac{1}{2^{c-1}} \right) \frac{1}{N}$$

La probabilidad que los c medio-hermanos compartan un gen IBD en un locus es igual a la inicial de la cadena de Markov en la caminata aleatoria (Donnelly, 1983). En consecuencia, la esperanza de la proporción de genoma compartido IBD discreta es igual a la del modelo de un genoma continuo, y difícilmente cualquier estimador será sesgado. Sin embargo, la varianza difiere enormemente como probaron Bickeboller y Thompson (1996). Para ello definieron Nc como el número de loci en el modelo continuo necesario para obtener la misma varianza del IBD discreto ($\text{Var}(y_N)$), y buscaron para qué valores de Nc se observa $\text{Var}(y_N) = \text{Var}(y_{Nc})$. El análisis resultó en que por cada medio-hermano que se adiciona, se necesita aproximadamente medio genoma para obtener la misma varianza bajo ambos modelos. Por lo tanto, no existe un número de loci que segreguen de manera independiente que produzca la misma forma funcional (del número de medio-hermanos) y que genere la misma varianza que se obtiene al considerar la recombinación (modelo continuo).

IBD como proceso Markoviano

La esencia de la predicción del BV es escribir un modelo autoregresivo (AR) discreto de orden p tal que:

$$a_{(t)} = \sum_{k=1}^p c_k a_{(t-k)} + \phi_{(t)} \quad [1.1]$$

En el modelo animal convencional (Henderson y Quaas, 1976), $k = 1$ y $c_k = 0.5$, siendo entonces $a_{(t-k)}$ la suma de los BV materno y paterno del individuo en la generación t , mientras que el error $\phi_{(t)}$ es el residuo de segregación Mendeliano del animal. En un modelo Gaussiano y Markoviano este residuo consecuencia de la segregación y la recombinación, puede ser escrito (Rasmussen y Williams, 2006, pag. 208) como

$$\phi_{(t)} = c_p \partial^{(p)} a_{(t)} + c_{p-1} \partial^{(p-1)} a_{(t)} + \dots + c_0 a_{(t)} \quad [1.2]$$

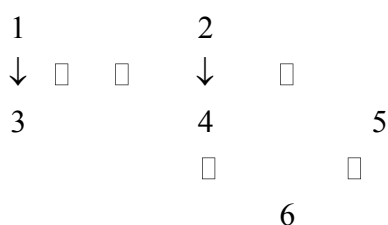
La expresión $\partial^{(p)} a_{(t)}$ corresponde a la derivada p de $a_{(t)}$. El desafío es reducir la varianza de $\phi_{(t)}$ identificando mediante la genómica y estimando el valor de los términos a la derecha de la regresión [1.1] que provengan de [1.2], de modo de aumentar la exactitud de predicción del valor de cría $a_{(t)}$. La identificación de los términos en [1.2] requiere conocer la contribución del genoma de los ancestros en las generaciones anteriores (por ejemplo, $k = t-2, t-1$), al genoma del individuo en la generación t . Las expresiones [1.1] y [1.2] sirven de base a la regresión ancestral de Cantet et al (2017), la cual consiste en la

versión de un proceso autoregresivo de orden 2 (AR (2)) mientras que el modelo animal convencional representa el AR (1), dentro de este enfoque autoregresivo.

McPeck y Sun (2000) modelaron el proceso IBD para dos individuos emparentados (digamos 1 y 2) mediante el número de alelos compartidos IBD en el marcador m $\{D_m\}$:

$$D_m = I_{p1:p2} + I_{p1:m2} + I_{m1:p2} + I_{m1:m2}$$

Las variables indicadoras (I) son iguales a 1 o 0, según los alelos del animal 1 provengan por vía paterna (p) o de materna (m) respectivamente, sean IBD o no. Consecuentemente, D_m está definido entre $\{0, 1, 2\}$ para cada marcador m . Este proceso es estrictamente Markoviano en los casos de las relaciones entre padre e hijo, abuelo y nieto, medio-hermanos y hermanos enteros. Pero es inválido para otras relaciones, en particular para tío-sobrino o primos-hermanos (Donnelly, 1983). Suponga el siguiente pedigree:



Considere un marcador A con proceso IBD D_A , en un par de individuos emparentados donde el tío es 3 y el sobrino es 5 (ver figura previa). Se dice que el proceso D_A es Markoviano cuando, condicional a que el par de genes de ambos individuos es IBD, los genes a la derecha del marcador A son independientes de los genes a la izquierda. Para el par de individuos 3-5 la violación del proceso Markoviano IBD se produce cuando el alelo A transmitido por el individuo 4 a su hijo 6 es compartido IBD entre 3 y 4, hecho que genera un aumento de la probabilidad que 3 y 6 compartan genes IBD, porque se induce una correlación positiva entre los loci ligados al marcador A. Entonces, para dos loci ligados a A, digamos B y C, donde B se ubica a la derecha y C a la izquierda de A, McPeck y Sun (2000) probaron que

$$P(D_C = 1 | D_A = j, D_B = 1) > P(D_C = 1 | D_A = j)$$

Esta situación viola la propiedad Markoviana de independencia condicional exclusivamente en A. De otro modo, ambas probabilidades deberían ser iguales. Sin embargo, los autores sugieren una reparameterización de la relación IBD tío - sobrino que posea propiedad Markoviana.

La existencia de un proceso Markov para la herencia del BV entre generaciones es trascendente para la implementación de la evaluación genética con millones de animales, al permitir la inversión de la matriz IBD de parentescos empleando un número de

operaciones proporcionalmente lineal ($O(q)$) al número de animales evaluados. Alternativamente, si el proceso no fuese Markoviano la inversión directa demandaría un número de operaciones de orden $O(q^3)$. El costo de invertir una matriz IBD de por ejemplo $q = 10^6$ haría la operación impracticable. Solamente la base Brangus argentina incluye 0.5×10^6 animales. El modelo animal convencional (Henderson, 1984) es Markoviano porque el valor de cría del individuo es independiente de los BV de cualquier otro individuo que no sean sus padres, si estos son incluidos en el proceso IBD.

Presentaremos este argumento en mayor detalle. En tal sentido, en el modelo animal la distribución normal multivariada de los BV conlleva una estructura de covarianzas igual a la matriz de relaciones aditivas (A), cuyos elementos son iguales a la probabilidad de IBD compartido entre individuos emparentados (Kempthorne, 1954; Bulmer 1985). Para ello considere la recursión del vector de BV (a) tal que

$$a = Pa + \phi \quad [2.1]$$

siendo P la matriz que relacione los BV de padres e hijos. Sus filas poseen todos sus elementos iguales a 0, excepto por dos valores de 0.5 en las columnas asociadas con el padre y la madre del animal cuyo BV se asocia con esa fila. El vector ϕ es de los residuos Mendelianos o segregaciones independientes propias de cada animal, hecho que refleja diferencias del BV con el de sus hermanos con los que se comparte IBD la mitad (0.5) del genoma como consecuencia de compartir 0.5 BV paterno más 0.5 BV materno.

Manipulando algebraicamente el sistema [2.1] se obtiene

$$a - Ba = \phi \Leftrightarrow (I - B)a = \phi \Rightarrow a = (I - B)^{-1} \phi \quad [2.2]$$

Consecuentemente

$$\text{Var}(a) = \text{Var}[(I - B)^{-1} \phi] = (I - B)^{-1} \text{Var}(\phi) (I - B')^{-1} \quad [2.3]$$

Dado la independencia de los residuos Mendelianos (Bulmer, 1985), la $\text{Var}(\phi) = D \sigma_A^2$, siendo D una matriz diagonal. Sea

$$A = (I - B)^{-1} D (I - B')^{-1} \quad [2.4]$$

la matriz estructura de covarianzas entre los BV en [2.3]. Finalmente obtenemos el resultado deseado en cuanto a la inversa de A (Henderson, 1984):

$$A^{-1} = (I - B') D^{-1} (I - B) \quad [2.5]$$

La expresión [2.5] es claramente una función de $(I - B)$ y es la descomposición modificada de Cholesky para la matriz A^{-1} . En la distribución normal multivariada,

aquellos elementos iguales a ceros en la inversa de la estructura, o en la matriz de covarianzas, indican independencia condicional (Kiiveri et al, 1984). Entonces, los ceros en $(I - P)$ o en $(I - P')$ son ceros en A^{-1} indicando que el BV del individuo, condicional a que los BV de sus padres se hallen también en $\mathbf{a}$, es independiente del BV de cualquier otro animal incluso abuelos y hermanos. Para ejemplificar este resultado, considere un pequeño pedigree: dos hermanos enteros cuyos padres se encuentran en $\mathbf{a}$ son marginalmente dependientes en la estructura de covarianzas A , pero condicionalmente independientes en A^{-1} (matriz a la izquierda, más abajo). Sin embargo, si los BV de sus padres no se encuentran en $\mathbf{a}$, los BV de los hermanos enteros no son independientes, sea en A como en A^{-1} (matriz a la derecha, más abajo). Llamando a los padres S y D a los hermanos X e Y , las matrices $(I - P)$ siguientes corresponden a las situaciones de independencia condicional (izquierda), o dependencia (derecha):

$$(I - P) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -0.5 & -0.5 & 1 & 0 \\ -0.5 & -0.5 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (I - P) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -0.5 & 1 \end{bmatrix}$$

Note que el elemento en la cuarta fila y tercera columna de la matriz de la izquierda es 0, mientras que es distinto de 0 (dependencia) en la matriz de la derecha, donde los hermanos enteros están sin sus padres en $\mathbf{a}$: bajo la misma información fenotípica, el proceso a la izquierda tiene la propiedad de Markov mientras que el de la derecha no la posee.

La regresión ancestral

La regresión ancestral (AR) es una ecuación predictiva del BV que incluye regresores adicionales al BV de los abuelos (AR (2)), en adición al promedio de los valores de cría parentales. Es vital que esta inclusión no genere multicolinealidad entre la información del pedigree y la genómica, o de otro modo las ecuaciones de predicción resultantes no serán predictores óptimos de mínima varianza del error de predicción. A tal efecto, utilizaremos un enfoque distinto al realizado en nuestra presentación original (Cantet et al, 2017) debido a Drigalenko (1998), bajo un modelo de herencia aditivo. Sea la suma de los BV los abuelos paternos igual a $S_1 = a_{\text{PGS}} + a_{\text{PGD}}$, mientras que la suma de los BV de los abuelos maternos es $S_2 = a_{\text{MGS}} + a_{\text{MGD}}$. Además, sea la diferencia de los BV entre los abuelos paternos $S_3 = a_{\text{PGS}} - a_{\text{PGD}}$ y por parte de los abuelos maternos $S_4 = a_{\text{MGS}} - a_{\text{MGD}}$. Como anteriormente, el subíndice S indica al padre y D a la madre. La idea es reducir la

varianza del residuo en [1.2] para el modelo animal clásico (Henderson y Quaas, 1976), obteniendo los parámetros (primeras derivadas) en la generación de los abuelos, mediante la minimización de la siguiente expresión estructural:

$$\phi_x = a_x - 0.5 a_s - 0.5 a_d = 0.5 S_1 + 0.5 S_2 - \beta_s S_3 - \beta_d S_4 \quad [3.1]$$

Para obtener los regresores β_s y β_d utilizaremos un razonamiento similar al empleado por Drigalenko (1988), buscando los valores de los parámetros que minimizan la varianza residual en [3.1]:

$$\text{Var} \begin{bmatrix} 0.5 (S_1 + S_2) \\ \beta_s S_3 + \beta_d S_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Var}(0.5(S_1 + S_2)) & 0 \\ 0 & \text{Var}(\beta_s S_3 + \beta_d S_4) \end{bmatrix} \quad [3.2]$$

La característica saliente en [3.2] es la ausencia de covarianza entre los BV de los abuelos por parte del padre y la madre. Cantet et al (2017) observaron que las soluciones a [3.2] son los siguientes coeficientes de regresión condicionales:

$$\beta_s = \frac{\text{cov}(a_x, a_{s_1}) - \sum_{s_1, R} \sum_{RR}^{-1} \sum_{R, s_1}}{\text{Var}(a_{s_1}) - \sum_{s_1, R} \sum_{RR}^{-1} \sum_{R, s_1}} \quad \beta_d = \frac{\text{cov}(a_x, a_{s_2}) - \sum_{s_2, R} \sum_{RR}^{-1} \sum_{R, s_2}}{\text{Var}(a_{s_2}) - \sum_{s_2, R} \sum_{RR}^{-1} \sum_{R, s_2}} \quad [3.3]$$

En ambos casos, el conjunto R incluye los BV de los otros dos abuelos y el de los padres de X, de manera tal que $\sum_{RR}$ es la matriz estructural de covarianzas de orden 4×4 . Aplicando estos valores a la versión escalar de los residuales en el modelo [2.1] resulta en la ecuación predictiva AR:

$$a_x = 0.5 a_s + 0.5 a_d + \beta_s (a_{\text{PGS}} - a_{\text{PGD}}) + \beta_d (a_{\text{MGS}} - a_{\text{MGD}}) + \phi_x \quad [3.4]$$

(Cantet et al, 2017). Esta función lineal de BV ancestrales tiene propiedades BLUP; es decir, es mínima varianza en la clase de las lineales insesgadas, al compararla con funciones lineales que resultan de utilizar la matriz genómica sugerida por VanRaden (2008). Los parámetros β_s y β_d reflejan la recombinación de los genomas de ambos pares de abuelos que se hayan presentes en las gametas que constituyen al individuo, provocando un aumento (o una reducción) respecto de 0.25. Este valor es la fracción de genoma esperado en un nieto por cualquier abuelo o abuela bajo equilibrio Hardy-Weinberg. Es de interés destacar que, $\beta_s = \frac{1-r_s}{2}$ and $\beta_d = \frac{1-r_d}{2}$, los parámetros β son iguales a las probabilidades de integridad de los genomas de las parejas de abuelos paternos y maternos, respectivamente, y r_s y r_d las respectivas tasas de recombinación de los genomas paterno y materno constituyendo al individuo. Como se observa en [3.3], los parámetros β resultan de las dos covarianzas entre el BV individual con la mitad del

contraste entre el BV del abuelo paterno (o materno) menos los BV de la abuela paterna (o materna). La estimación paramétrica descansa en la detección de las recombinaciones de los genomas de los abuelos con aquellos de las abuelas, empleando un conjunto importante de marcadores SNP o de secuencias de ADN. La diferencia de fracciones genómicas constituye entonces un contraste, un estadístico suficiente, que facilita la estimabilidad de β_s y β_D en el enfoque del modelo lineal (Searle, 1971).

La versión matricial de la ecuación estructural [3.1] resulta de escribir los “coeficientes de camino” β (del inglés: “path coefficients”) dentro de la fila de $\mathbf{B}$ para el individuo X, de la manera siguiente:

$$\mathbf{B}_x = \begin{bmatrix} 0 & \beta_s & -\beta_s & \dots 0 \dots 0 & \beta_D & -\beta_D & 0.5 & \dots & 0.5 & 0 \dots 0 \dots 0 \dots & 0 \end{bmatrix} \quad [3.5]$$

A partir de la diagonal, todos los elementos son iguales a 0 porque los genes en el pedigree bajan de padres a hijos, nunca en dirección opuesta. Como consecuencia de ello, la matriz $\mathbf{B}$ es triangular inferior. Del mismo modo que obtuvimos [2.2] a partir de [2.1], la solución para AR es $\mathbf{a} = (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} \boldsymbol{\phi}$ y su matriz de varianzas y covarianzas es igual a

$$\text{Var}(\mathbf{a}) = \text{Var}\left[(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} \boldsymbol{\phi}\right] = (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} \text{Var}(\boldsymbol{\phi})(\mathbf{I} - \mathbf{B}')^{-1} = (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} \mathbf{D}(\mathbf{I} - \mathbf{B}')^{-1} \sigma_A^2 \quad [3.6]$$

siendo σ_A^2 igual a la varianza aditiva. La expresión del elemento diagonal de la varianza de los residuos Mendelianos es:

$$\text{Var}(\phi_x) = \left[1 + P(G_s \equiv G_D) - \mathbf{B}_x' \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{B}_x\right] \sigma_A^2 = \mathbf{D}_x \sigma_A^2 \quad [3.7]$$

Bajo una distribución Normal multivariada de los BV y asumiendo que los residuos son también gaussianos e independientes, la $\text{cov}(\phi_i, \phi_j) = 0$ para todo $i \neq j$, $1, \dots, q$.

Consecuentemente, $\mathbf{D} = \text{Var}(\boldsymbol{\phi})(\sigma_A^2)^{-1}$ siendo $\mathbf{D}$ una matriz diagonal, y la estructura de covarianza $\boldsymbol{\Sigma}$ es igual a

$$\boldsymbol{\Sigma} = (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} \mathbf{D} (\mathbf{I} - \mathbf{B}')^{-1} \quad [3.8]$$

En el párrafo precedente a la expresión (11) en Cantet et al (2017), se describe como $(\mathbf{I} - \mathbf{B})$ es positiva definida, y si la $\text{Var}(\phi_i) > 0$ para todo $i = 1, \dots, q$, $\boldsymbol{\Sigma} > 0$ y la solución del sistema estructural $(\mathbf{I} - \mathbf{B})\mathbf{a} = \boldsymbol{\phi}$ es única. Adicionalmente, Cantet et al (2017) obtuvieron un algoritmo para calcular $\boldsymbol{\Sigma}^{-1} = (\mathbf{I} - \mathbf{B}') \mathbf{D}^{-1} (\mathbf{I} - \mathbf{B})$ en donde el número de operaciones es *función lineal* de q y no potencia cúbica, como lo es cualquier algoritmo de inversión de una matriz.

La regresión ancestral y la selección genómica integral

Tal como se presenta el modelo AR en la sección anterior, el cálculo del BV individual se realiza en términos generales cuando el animal posee información de pedigree, genómica y fenotípica. La predicción es factible aún en caso que el individuo no posea información fenotípica propia y/o de su progenie. En tal situación, la predicción del residuo Mendeliano emplea el enfoque que se describe a continuación. Sea a_x el BV del individuo que se requiere predecir y sea $\mathbf{a}_c$ el vector de BV de individuos contemporáneos (hermanos enteros, medio hermanos, primos, etc.) o colaterales (tío-abuelos, tíos). La $\text{cov}(\phi_x, \mathbf{a}_c')$ es parte de la covarianza marginal calculada mediante algún algoritmo que detecta IBD compartido entre los animales en c y el individuo X , digamos $\mathbf{G}_{cx}$. La variante “condicional” de esta última, es decir aquella que surge bajo la regresión ancestral, es igual a Σ_{Ac} . Por lo tanto

$$\mathbf{G}_{cx} = \Sigma_{Ac} + \text{cov}(\phi_x, \mathbf{a}_c') \Rightarrow \text{cov}(\phi_x, \mathbf{a}_c') = \mathbf{G}_{cx} - \Sigma_{Ac} \quad [4.1]$$

La matriz a la derecha de [4.1] resulta de diferenciar una covarianza marginal con una condicional (la del modelo AR), resultado obtenido en un trabajo en revisión. En consecuencia, por teoría BLUP (Henderson, 1984) tenemos que

$$\text{BLUP}(\phi_x) = E(\phi_x | \hat{\mathbf{a}}_c) = \text{cov}(\phi_x, \hat{\mathbf{a}}_c') \Sigma_{cc}^{-1} \hat{\mathbf{a}}_c = (\mathbf{G}_{cx} - \Sigma_{Ac}) \Sigma_{cc}^{-1} \hat{\mathbf{a}}_c \quad [4.2]$$

Mediante la expresión [4.2] podemos obtener el BLUP (a_x) cuando X no posee dato propio, de modo de poder realizar selección genómica:

$$\text{BLUP}(a_x) = \mathbf{B}_x \hat{\mathbf{a}}_A + \text{BLUP}(\phi_x) = \mathbf{B}_x \hat{\mathbf{a}}_A + (\mathbf{G}_{cx} - \Sigma_{Ac}) \Sigma_{cc}^{-1} \hat{\mathbf{a}}_c \quad [4.3]$$

Es importante observar que las matrices $\mathbf{G}_{cx}$ y Σ_{Ac} serán de bajo orden, difícilmente mayor a 100, hecho que simplifica los cálculos.

Comentarios finales

El modelo AR permite predecir el BV individual mediante una distribución causal (condicional), Gaussiana y Markoviana, regresando hacia los BV de padres y abuelos. El procedimiento se justifica por la reducción de la varianza del residuo Mendeliano debida a la inclusión de dos parámetros adicionales por individuo, los que reflejan la recombinación y segregación del material genético de cada pareja de abuelos, ocurrido durante las respectivas meiosis. El cálculo se realiza sobre la base de detectar las fracciones de IBD compartido entre un animal y sus abuelos. Los parámetros indican el

parecido adicional de un abuelo o abuela por encima de 0.25, de modo tal que la suma de los genomas originados en cada pareja de abuelos suma a la contribución de cada padre, la cual es igual a 0.5. La distribución Gaussiana resultante es una regresión que permite el simple cálculo de la inversa de la matriz de relaciones genómicas y facilita la predicción simultánea del BV de cientos de millones de animales.

Bibliografía

- Angrist, J.D., G.W. Imbens, D.B. Rubin., 1996. Identification of causal effects using instrumental variables. *Journal of the American statistical Association*, 91:444-455.
- Bickeböllner, H. & Thompson, E.A., 1996. Distribution of genome shared IBD by half-sibs: approximation by the Poisson clumping heuristic. *Theoretical population biology*, 50: 66-90.
- Bulmer, M.G. 1985. *The mathematical theory of quantitative genetics*. Oxford University Press, UK.
- Cantet, R.J.C.; García-Baccino, C.A.; Rogberg, A.; Forneris, N.S.; Munilla, S. 2017. Beyond genomic selection: the animal model strikes back (one generation). *Journal of animal breeding and genetics*, 134:224-231.
- Chang, J. 1999. Recent common ancestors of all present-day individuals. *Advances in Applied Probability*, 31:1002-1026.
- Cockerham, C.C. & Weir, B. S., 1973. Descent measures for two loci with some applications. *Theoretical population biology*, 4: 300-330.
- Cockerham, C.C. & Weir, B. S., 1977. Digenic descent measures for finite populations. *Genetics Research*. 30: 121-147.
- Cox, D.R. & Wermuth, N., 1993. Linear dependencies represented by chain graphs. *Statistical science*, 8:204-218.
- Donnelly, K.P., 1983. The probability that related individuals share some section of the genome identical by descent. *Theoretical population biology*, 23: 34-63.
- Drigalenko, E., 1998. How sib pairs reveal linkage. *American Journal of Human Genetics*, 63:1242-1245.
- Falconer, D., Mackay, T., 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*. Longman Scientific & Technical; Harlow, UK.
- Harris, D., 1964. Genotypic covariances between inbred relatives. *Genetics* 50:1319-1348.
- Henderson, C.R. & Quaas, R. L., 1976. Multiple trait evaluation using relatives' records. *Journal of Animal Science*, 43:1188-1197.
- Henderson, C. R., 1984. *Applications of linear models in animal breeding*. University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.
- Kempthorne, O., 1954. The correlation between relatives in a random mating population. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B-Biological Sciences*, 143: 103-113.
- Kiiveri, H., Speed, T.P., Carlin, J.B., 1984. Recursive causal graphs. *The annals of Statistics*, 36:30-52.
- Lange, K., 1978. Central limit theorems for pedigrees. *Journal of Mathematical Biology*, 6:59-66.
- Legarra, A., Christensen, O., Aguilar, I., Misztal, I., 2014. Single Step, a general approach for genomic selection. *Livestock Science*, 166:54-65.
- Lynch, M., Walsh, J.B., 1998. *Genetics and Analysis of Quantitative Traits*. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Malecot, G., 1969. *The mathematics of heredity*. Revised, edited and translated by D. M. Yermanos. W. H. Freeman and Co. San Francisco, CA.
- McPeck, M.S. & Sun, L., 2000. Statistical tests for detection of misspecified relationships by use of genome-screen data. *The American Journal of Human Genetics*, 66:1076-1094.
- Pearl, J., 2000. *Causality: models, reasoning, and inference*. Cambridge University Press. New York, NY.
- Rasmussen, C.E. & Williams, C.K.I., 2006. *Gaussian processes for machine learning*. The MIT Press, MA.
- Searle, S.R., 1971. *Linear models*. Wiley, New York, NY.
- Schnell, F.W. 1961. Some general formulations of linkage effects in inbreeding. *Genetics*. 41:138-141.
- Thompson, E.A., 2013. Identity by descent: variation in meiosis, across genomes, and in populations. *Genetics* 194:301-326.

- VanRaden, P., 2008. Efficient methods to compute genomic predictions. *Journal of dairy science*, 91:4414-4423.
- Wakeley, J., 2008. *Coalescent theory. An introduction*. Macmillan Learning, New York, NY.

Incorporación del Académico de Número MV /MSci. / PhD. Daniel Felipe Salamone

Presentación del Dr. Bernardo J. Carrillo

El Dr. Daniel Salamone se recibió en 1983 de Médico Veterinario en la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Buenos Aires y luego en 1997, cursó estudios de posgrado en el Western College of Veterinary Medicine de la Universidad de Saskatchewan en Saskatoon, Canadá, obteniendo el título de Master of Science. Además, en el año 2004 obtuvo el Doctorado en Biotecnología y Biomedicina en la Universidad de Massachusetts, Amherst, Massachusetts, EE.UU. con el grado de Doctor of Philosophy.

Luego de su graduación como Médico Veterinario en la UBA desde 1984 a 1992, formó parte como investigador en el Departamento de Patobiología del Centro de Ciencias Veterinarias C.I.C.V. del INTA Castelar. En 1992 también fue responsable del Programa de Fertilización in vitro de Munar y Asociados y, en 1994, es contratado por el Centro Argentino Brasileiro de Biotecnología de la Reproducción CABBIO para el desarrollo de proyectos en reproducción.

A pesar de su juventud, pues nació en la Pvcia. de Entre Ríos, en 1960, logró ser designado como Investigador Principal del CONICET, gracias a su incansable y valiosa labor, dedicada a la manipulación genética y materializada en numerosos trabajos, proyectos y publicaciones en importantes revistas científicas del exterior y contribuciones en Congresos que lo constituyen hoy en una figura referente del país y del extranjero en el campo de la transferencia embrionaria, clonación y producción “in vitro” de embriones y temas relacionados, que seguramente van a ser parte de su presentación titulada “Clones, Quimeras y otros seres extraordinarios”.

El foco principal de la investigación del Dr. Salamone es la micromanipulación embrionaria y transgénesis en bovinos, equinos, ovinos, caprinos, porcinos y varias especies felinas de vida silvestre.

Es profesor titular y Director del Laboratorio de Biotecnología Animal (LABA) de la UBA. Además es Director del Departamento de producción Animal de la Facultad de Agronomía de la UBA y es el nuevo presidente electo de la International Embryo Technology Society (IETS) y Chairman del próximo Congreso a realizarse en Bangkok.

Como lo demuestra en su C.V. es autor de cientos de trabajos y proyectos de investigación publicados en las más importantes revistas científicas de la especialidad en el extranjero y en el país, como así también tiene múltiples presentaciones científicas y de divulgación en el campo rural, universitario y social, que abarcan actividades realizadas y que enmarcan su natural disposición para divulgar estos trabajos de avanzada en clonación e investigación genética, mediante difusión en diarios, revistas y otras publicaciones masivas.

Todo esto fue reconocido y premiado con diversos premios, becas y distinciones por sus avances en el campo práctico de sus investigaciones logradas en el país y en el extranjero, como son entre otros los premios Konex, Innovar, etc. y el Premio Pérez Companc otorgado por nuestra Academia en el año 2003. Corresponde destacar en el Premio Konex 2013 en Ciencia y Tecnología, con Diploma al Mérito que fue, seleccionado por votación de un Gran Jurado, como una de las 5 personalidades que ostentan las trayectorias más destacadas en biotecnología del quehacer nacional en el ciclo de 10 años.

El Dr. Salamone ha tenido también destacada actuación en la formación de recursos humanos, con numerosos becarios y pasantes, además de dirigir tesis de doctorado en más de diez oportunidades.

Es Profesor Asociado por concurso público de antecedentes en fisiología, en la Catedra de Fisiología Animal de la Facultad de Agronomía de la UBA y ha cumplido con actividades docentes como Profesor Invitado en diversas Universidades del país como así también en el extranjero.

Ha dictado más de cien cursos en distintas ciudades e instituciones del país y fue llamado a dictar cursos en EE.UU., Brasil, Uruguay, Colombia, etc. en temas de transgénesis, clonación y micromanipulación genética.

Como conclusión debemos señalar que el Dr. Daniel Salamone representará un nuevo valor que enriquecerá nuestra Academia, no solo por lo personal y científico, sino además por los valores sociales que representa su actividad, una gran contribución por su trayectoria en un campo de real trascendencia y proyección científica en genética y biotecnología de la reproducción, lo que es de importante aplicación y difusión en el medio rural y social.

Enriquece su personalidad una gran modestia y calidad moral, que lo lleva a ser una persona de gran sencillez, buen trato y simpatía.

Dr. SALAMONE. ¡Nuestras cálidas Felicitaciones por su trayectoria en nombre de la ANAV!

¡Bienvenido a esta casa! ¡Muchas Gracias!

Dr. Bernardo J. Carrillo

10/08/17

Incorporación del Académico de Número MV /MSci. / PhD. Daniel Felipe Salamone

Conferencia

Clones, quimeras y otros seres extraordinarios

Daniel Felipe Salamone. MV, MSci, PhD^{1,2}.

¹ Profesor titular de la Cátedra de Fisiología Animal, Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

² Investigador Principal. CONICET. Laboratorio Biotecnología Animal (LabBA).

RESUMEN

En este artículo se describirán ejemplos de especies animales en las que se da la clonación o el quimerismo en forma natural. Se revisarán algunos de los trabajos pioneros de autores que inspiraron las líneas de investigación en las que he estado involucrado. Pero, primordialmente, se analizarán varios de los progresos que hemos alcanzado con diferentes equipos de colegas desde 1993. Se incluyen experimentos de fecundación *in vitro* (FIV), inyección intracitoplasmática de espermatozoides (ICSI), clonación, transgénesis y edición génica, realizadas en diferentes especies de mamíferos. La aplicación futura de estas tecnologías a la producción animal debería estar sujeta al seguimiento de pautas de bienestar animal y bioética, siendo fundamental nuestra capacidad de imaginación e innovación. Por otro lado, los animales que ya se han generado con algunos métodos (FIV, ICSI y clonación), cuyas figuras se presentan en esta revisión, son verdaderas postales del futuro que demuestran la factibilidad de las metodologías descriptas.

Palabras clave: clonación, quimerismo, FIV, ICSI, transgénesis, edición génica

SUMMARY

This article describes examples of animal species in which cloning and chimerism occur naturally. It will be described some of the pioneering works of authors that inspired our research lines. But, primarily, it will be analyzed several of the progress, that we have made in collaboration with different teams of colleagues since 1993. Experiments of *in vitro* fertilization experiments (IVF), intracytoplasmic sperm injection (ICSI), cloning, transgenesis and gene editing, in different mammal species, will be reviewed. The applications of these technologies to animal production may be subject to aspects of animal welfare and bioethics and it will be essential our imagination and innovation

capability. On the other hand, animals that have already been generated with some methods (IVF, ICSI and cloning), whose figures have been included in this review, are true postcards of the future that demonstrate the feasibility of the described methodologies.

Keywords: cloning, chimerism, IVF, ICSI, transgenesis, gene editing

INTRODUCCIÓN

LA NATURALEZA Y SUS EXPERIMENTOS

La naturaleza realiza los más alocados experimentos. Si uno observa la variedad de animales, no puede más que maravillarse. Sin embargo, los animales existentes descienden de los que han sobrevivido a enormes cantidades de intentos fallidos. Pensar bucólicamente que lo natural es lo lindo, lo bueno y sobre todo lo justo, es un error. La naturaleza es increíblemente sádica. Los errores genéticos llevan a que los animales que nacen con defectos sucumban. Incluso diferencias sutiles permiten que los depredadores tomen ventajas y, ante cualquier síntoma de debilidad de una presa, actúen beneficiándose.

Algunos pocos, los menos, tienen cambios beneficiosos y producidos al azar que, eventualmente, se reproducen y propagan en la población. Es curioso que las sirenas y los cíclopes no sean solo seres mitológicos sino también malformaciones que se dan en un número de nacimientos muy bajos, aún en los seres humanos, y en general tienen consecuencias fatales. Un ejemplo lo constituyen los bebés con el síndrome de las sirenas, los cuales nunca prosperaron más allá de la infancia. Sin embargo, en mamíferos hay grupos muy distintos que sufrieron un cambio evolutivo que implicó la pérdida, o atrofia, del miembro posterior hasta formar aletas y se adaptaron mucho mejor a vivir en las aguas. Así también, todo un grupo de mamíferos salió a la conquista del aire y nos enseñarán, cuando conozcamos en detalle e interpretemos el genoma de estas especies, cómo pudieron hacerlo. Precisamente, con el conocimiento del genoma de muchos mamíferos y las poderosas herramientas de edición génica que describiremos, una pregunta que deberíamos realizar es si usaremos estos conocimientos para generar nuevos animales con características extraordinarias. Estimo que muchas de estas metodologías mencionadas en la presente revisión, servirán para una “evolución animal guiada por humanos”. Ésta tendrá al menos como finalidad otorgar la resistencia a enfermedades y

mejorar el bienestar animal en un ambiente en constante cambio (calentamiento global, falta de agua, etc).

LAS BASES

La variedad del reino animal abarca desde formas relativamente primitivas compuestas por una sola célula a otras más evolucionadas, con millones de ellas, y que están organizadas constituyendo muchos tejidos, muy diferentes entre sí. Las diferencias entre las especies están en los núcleos donde se encuentran diferentes secuencias del ADN, las moléculas que almacenan la información genética para conformar un determinado organismo viviente. Pero las diferencias entre los tejidos es solo epigenética y es reversible, siendo así posible la reprogramación de una célula para constituir todo un animal a partir de los más variados tipos celulares.

Los animales se reproducen de diferentes formas. Los menos evolucionados, como los microscópicos protozoos, tienen descendencia por un proceso en el cual originan copias de sí mismos. Tecnologías como la clonación, por más avanzadas que parezcan, se asemejan a la forma más primitiva de reproducción. Los vertebrados, tienen gametos femeninos y masculinos, ellos poseen la mitad de la información genética que está presente en todas las células somáticas del organismo. Los gametos se originan a través de una forma de división celular que origina variabilidad genética denominada, meiosis. La combinación de los gametos femenino y masculino constituirá lo que llamamos fecundación y da como resultado un individuo con una información única. Las primeras dos metodologías que describimos involucran la realización de este proceso de fecundación, pero realizado *in vitro*.

PRIMER TERNERO PRODUCIDO POR FIV BOVINA EN LA ARGENTINA

La FIV consiste en reunir los gametos de ambos sexos en el laboratorio en las placas de Petri empleando medios artificiales y usando incubadoras para mantener los gametos o embriones en condiciones fisiológicas. Se imita, aunque aún con errores, lo que normalmente ocurre en el tracto genital femenino luego del apareamiento. Esta tecnología nos permitió comenzar a producir embriones en forma masiva en el laboratorio, a partir de oocitos colectados en el matadero. En conjunto con el Dr. Lino Barañao pudimos producir el primer ternero de maduración, fecundación y cultivo *in vitro* de la Argentina (Salamone & Barañao, 1995; Figura 1). Hoy esta tecnología es, después

de la inseminación artificial, la metodología de reproducción asistida más frecuentemente utilizada en bovinos.



Figura 1: En esta figura se muestra una fotografía de Cabbio (siglas de Centro Argentino Brasileiro de Biotecnología), el primer ternero obtenido por fecundación *in vitro* en la Argentina. Lleva este nombre en honor a la agencia gubernamental que financió el proyecto que lo generó.

CORDERO, EL PRIMER ANIMAL ICSI DE NUESTRO PAÍS Y UNA METODOLOGÍA CON FUTURO EN EQUINOS

La ICSI es una metodología que consiste, como su nombre lo indica, en aspirar un espermatozoide con una pipeta muy fina para luego inyectarlo en el citoplasma de un oocito maduro. Para realizar esta maniobra es necesario utilizar pipetas capilares controladas por un sistema de micromanipulación. La ICSI ha sido utilizada en los seres humanos y ha superado en frecuencia a la FIV tradicional. Recientemente, al cumplirse el 25° aniversario del primer bebé obtenido por esta técnica (Palermo *et al.*, 1992), fui invitado por el principal autor de este logro a publicar una revisión de las aplicaciones de esta tecnología en los mamíferos domésticos y salvajes para la revista “Reproduction” (Salamone *et al.* 2017). En dicho artículo describimos algunos de los aspectos que nos permitieron avanzar en la ICSI en bovinos y ovinos y nos llevaron a producir el primer animal ICSI del país que fue un cordero (Pereyra Bonnet *et al.*, 2010; Figura 2 A). Esta técnica tiene un gran potencial en equinos, dado que la superovulación, fecundación y desarrollo *in vivo* para luego colectar los embriones da resultados limitados en esta especie. Esto se debe a que hay un bajo número de oocitos que ovulan y son captados por el oviducto. Por el contrario, muchos gametos femeninos pueden ser colectados por aspiración transvaginal guiada por ecografía (OPU, de ovum pick up). Para la OPU se

pueden utilizar animales vivos y no superovulados. Desgraciadamente, hasta el día de hoy, los oocitos no pueden ser fecundados eficientemente *in vitro* por la técnica tradicional. Sin embargo, la ICSI parece solucionar este problema. Actualmente por ICSI producimos buenos porcentajes de blastocistos en equinos y hemos obtenido el nacimiento del primer potrillo de OPU e ICSI del país (Rodríguez *et al.*, 2019, Figura 2 B).

También, hemos explorado el uso de esta técnica en gatos con una alta tasa de blastocistos (Moro & Salamone, 2010). Esto nos permitió la aplicación de la ICSI al leopardo. En este caso, el semen empleado fue provisto por el banco genético del Ecoparque de Buenos Aires. Los oocitos fueron colectados de una leoparda a la que se había castrado para curarla de una infección reproductiva (Moro & Salamone, 2010). Dado que el desarrollo de los embriones fue limitado, realizamos experimentos de ICSI heteroespecífica. En este procedimiento se utilizaron espermatozoides del mismo leopardo, pero fecundamos oocitos madurados *in vitro* de gata doméstica. Esto nos permitió demostrar que el problema no estaba en el semen sino en el oocito y nos impulsó también a probar la ICSI heteroespecífica usando espermatozoides de chita. En ambos casos las tasas de producción de blastocistos fueron sorprendentemente altas, indicándonos que contamos con una poderosa herramienta para valorar *in vitro* protocolos de conservación de semen de especies exóticas.



Figura 2: A. Primer cordero producido por ICSI (Pereyra Bonnet *et al.*, 2010) y B. primer potrillo de OPU-ICSI en la Argentina (Rodríguez *et al.*, 2019).

LA NATURALEZA CLONA

Los armadillos del género *Dasypus* tienen un aspecto muy inusual porque están cubiertos por un caparazón que los cubre desde la nariz hasta el lugar más extremo de su

cola. Esto es tan inusual como sus características reproductivas, dado que, producen comúnmente de 2 a 4 mellizos idénticos. Se comenzó a sospechar que las crías eran idénticas cuando se observó que todos los miembros de la misma camada eran del mismo sexo. Esto sucede cuando la estructura celular indiferenciada propia de un solo embrión, se divide en varias.

CLONACIÓN EMBRIONARIA

Usando este concepto se desarrolló una de las formas de clonación embrionaria que genera gemelos. Básicamente, consiste en dividir al embrión en dos, cuando sus células son aún totipotenciales o, al menos, dividirlo en partes iguales si el embrión ya ha comenzado a diferenciarse (blastocisto). El objetivo es tener mellizos idénticos.

Alrededor de 1880, Hans Adolf Eduard Driesch, realizó por primera vez lo que puede considerarse la primera "clonación" artificial de un animal, utilizando un erizo de mar (Hamburger, 1999). Él separó un embrión de 2 células por agitación dando lugar al crecimiento de 2 individuos. Spemann realizó un experimento semejante pero usando salamandras, en el cual dividió embriones de 2 células mediante el uso de un pelo (Shampo et al, 1999).

Muchos años después, el investigador de origen dinamarqués Willadsen (1979), trabajando en el Reino Unido, repitió este experimento en la oveja produciendo gemelos idénticos a partir de embriones divididos en dos. Los animales nacidos con este método son genéticamente idénticos, ya que provienen de la división de un embrión, y comparten, no solo la información genética del núcleo, sino que también la de las mitocondrias que contienen ADN en su estructura.

Si bien numerosos grupos han utilizado esta tecnología, incluyendo al grupo de reproducción del INTA de Balcarce, los resultados, en términos de gemelos nacidos, aún son bajos. Por tal motivo, hemos realizado numerosos experimentos ya sea a partir de la separación de blastómeros de embriones tempranos (Hiriart et al, 2013) o por bipartición de embriones (Ynsaurralde et al., 2018). Con este último procedimiento, por observación ecográfica luego de la transferencia, detectamos que muy tempranamente los hemiclones alcanzan el tamaño de los embriones enteros y producen luego un nacimiento con características morfométricas normales.

CLONACIÓN POR TRANSFERENCIA NUCLEAR

Spemann, a finales de la década de 1920 (Hamburger, 1999), trabajando nuevamente con salamandras, a partir de un núcleo de embriones de 16 células que aún permanecía unido con una porción de citoplasma mayor, generada por ligamiento con un pelo al principio del desarrollo, produjo una salamandra normal a partir de esta blastómera. Al liberar el citoplasma ligado, el embrión recapitulaba el desarrollo embrionario. En 1938, en una publicación de sus resultados titulada “Desarrollo embrionario y de inducción”, Spemann propuso clonar organismos a partir de células diferenciadas, o incluso adultos, utilizando el método de la transferencia nuclear. Las experiencias de Spemann, y tal vez de otros autores (Beetschen & Fischer, 2004), fueron fundamentales para el desarrollo de la clonación. Este pionero, recibió el premio Nobel en 1935.

Sin embargo, todavía no se contaba con las herramientas tecnológicas ya que la transferencia nuclear, como lo propuso Spemann, no se completó con éxito hasta las experiencias que de Briggs & King (1952). Pero fue recién Gurdon (1958, 1960, 1966) quien produjo nacimiento de animales. Por este motivo Gurdon también recibió el Premio Nobel de Medicina, 50 años después de su logro. A pesar de estos trabajos, algunos autores muy influyentes denostaron la clonación por transferencia nuclear y afirmaban que no era posible su realización en mamíferos. Sin embargo, Willadsen (1986) replicó los experimentos, que habían sido hechos por Gurdon en la oveja, produciendo el primer cordero por *transferencia nuclear*. Básicamente, removió el núcleo de un oocito maduro no fertilizado y le transfirió un núcleo celular de embriones de pocas células.

Años después empleando células fetales, el Dr. Campbell *et al.*, (1996), crearon los corderos clonados, Megan and Morag. Finalmente, Wilmut *et al.* (1997) publicaron el nacimiento de la oveja Dolly, la cual fue producida por clonación de células provenientes de un animal adulto.

Como inicialmente los resultados de clonación con células donantes adultas eran poco eficientes, se consideró entonces la posibilidad de usar células fetales. Con éstas como células donantes, los grupos del Instituto de Roslin (Schnieke *et al.*, 1997) y un argentino del grupo de Jim Robl en la Universidad de Massachusetts (Cibelli *et al.*, 1998) produjeron, respectivamente, los primeros ovinos y bovinos clonados y transgénicos. Se

demonstró entonces que la técnica de trasplante nuclear es extremadamente eficiente para producir animales transgénicos.

Mi primer contacto con la transferencia nuclear, utilizando células embrionarias, fue en 1991 en Japón a través de una beca JICA (del inglés: Japan Agency of Cooperation). Luego, cuando realicé mi doctorado en la universidad de Massachusetts, comencé a usar las técnicas de transferencia nuclear pero con el objetivo de mejorar la calidad de los oocitos (Salamone *et al.*, 2001). A mi vuelta a la Argentina en 2001, en colaboración con la empresa Biosidus, realizamos diferentes experimentos de clonación. El primero de ellos estaba destinado a incrementar la tasa de sobrevivencia de los embriones clonados a partir de células de animales adultos, en el cual se compararon diferentes sistemas de cultivo embrionario y tipos de células somáticas donantes. Fruto de esta experiencia nació un animal, que desgraciadamente murió durante el parto en febrero del año 2002. En un segundo experimento se comparó el desarrollo de embriones producidos de líneas fetales transfectadas o no, y se utilizaron también oocitos enucleados tratados previamente con roscovitina. En este experimento se produjo un gran número de animales clonados (Figura 3). Posteriormente, ya trabajando en la facultad de Agronomía de la UBA estudiamos el efecto de varios factores que influyen en el trasplante nuclear, incluyendo los métodos de enucleación, la activación (Canel *et al.*, 2010) y el tipo de célula donante (Salamone *et al.*, 2006).



Figura 3: Clones producidos por la empresa Biosidus

Para mejorar la eficiencia del método de clonación, evaluamos una nueva alternativa para producir clones equinos que también fue descrita para el bovino (Ribeiro *et al.*, 2009). La misma consiste en la agregación de embriones producidos por trasplante nuclear de

células somáticas a los que se les elimina la zona pelúcida (Gambini *et al*, 2012 y 2014). Para ello se colocan dos o tres embriones tempranos en estrecho contacto en una estructura que llamamos micropozos. Estos son depresiones cóncavas realizadas en la placa de plástico, de modo tal que permiten que los embriones que se coloquen en un mismo pozo estén en estrecho contacto y se integren formando un solo embrión. La agregación del embrión mejoró el desarrollo in vitro, la calidad embrionaria, la tasa de preñez y los animales que nacieron derivaron de embriones agregados (Gambini *et al*, 2012, 2014). Una de las ventajas de la aplicación de esta técnica, en equinos, resulta en una buena estrategia para mejorar los porcentajes de preñez sin la necesidad de transferir embriones adicionales, evitando producir mellizos, factor que no es deseado en esta especie. El primer potrillo clonado viable obtenido con este método nació el 4 de agosto de 2010 (Figura 4 A, Gambini *et al*, 2012) y se ha logrado el nacimiento de otros tres animales tanto de caballos criollos, como de salto y de polo (Gambini *et al*, 2014).

Es interesante hacer notar que la Argentina se ha transformado en uno de los países que produce un mayor número de clones equinos, los que se han destacado jugando en el Campeonato Argentino Abierto de Polo en Buenos Aires. También hemos usado la clonación por agregación en cerdos (Buemo *et al.*, 2016) y heteroespecíficamente usando oocitos enucleados de gatas y células donantes de chitas (Moro *et al.*, 2015a) y de tigres (Moro *et al.*, 2015b). Además, a partir de un perro muerto de 18 años, aislamos y criopreservamos sus células para luego enviarlas a Corea, donde se produjo el primer perro nacido por clonación con células donantes originadas en Latinoamérica (Figura 4 B).



Figura 4: A). Primer clon equino llamado Ñandubay Bicentenario porque nació en el año 2010, bicentenario de la Revolución de Mayo (Gambini *et al* 2012); B). Perro nacido por clonación a partir de un animal muerto en Argentina a los 18 años.

DESDE LA TRANSGÉNESIS A LA EDICIÓN GÉNICA

Trabajando en colaboración con la empresa Biosidus en septiembre de 2002 produjimos la primera vaca clonada, capaz de expresar la hormona de crecimiento humana (hGH) en su leche. Esta fue el primer animal transgénico generado en América del Sur (Figura 5 A). La producción de hGH humana en leche alcanzó niveles tales que estimamos que solo serían necesarios unos 15 animales para cubrir las necesidades mundiales actuales de esta proteína para uso terapéutico (Salamone *et al.*, 2006).

La re-clonación consiste en clonar nuevamente animales que se generaron con esta tecnología, es decir, se producen individuos que son clones de clones. Con este procedimiento obtuvimos tres terneros, uno se produjo a partir de células aisladas del cordón umbilical y dos se generaron usando fibroblastos de oreja (Figura 5 B). Es interesante notar que, cuando se re-clonaron fibroblastos de oreja, las tasas de desarrollo fueron menores a las de la clonación inicial (primera clonación), pero cuando se usaron células del cordón umbilical la sobrevida mejoró. Esto probablemente se debió a que las células del cordón umbilical son más indiferenciadas y más fáciles de reprogramar



Figura 5: A) Pampa Mansa, primer animal transgénico producido en Sudamérica. B) Animales de re-clonación de Pampa Mansa a partir de fibroblastos de oreja. (Salamone *et al.*, 2006).

Debido a que un programa de clonación en bovinos es muy costoso, intentamos producir animales transgénicos mediante otras alternativas. Para tal fin, desarrollamos una metodología basada en la utilización la ICSI, en la cual los espermatozoides previamente se habían sumergido en una solución que contenía el transgén (Pereyra Bonnet *et al.*, 2008). En otras experiencias, inyectamos una vesícula citoplasmática a un cigoto, en los cuales la vesícula también fue previamente expuesta al transgén (Pereyra Bonnet *et al.*,

2011). Ambos procedimientos dieron buenas tasas de expresión del transgén en embriones preimplantados *in vitro*, pero fracasamos en la producción de crías transgénicas. Esto nos llevó a considerar un sistema activo para la integración del transgén. El primero de ellos consistió en utilizar transposones y la enzima transposasa. Así obtuvimos un cordero transgénico usando un sistema basado en *Sleeping Beauty* diseñado para producir el factor IX antihemofílico en glándula mamaria (Figura 6, Bevacqua *et al.*, 2017). Si bien este animal murió a los pocos días de nacido, debido a la alta eficiencia alcanzada, el resultado nos indicó que debíamos avanzar en esta dirección.

Por esto, al desarrollarse el sistema de edición génica CRISPR/Cas9 en el que los componentes también se inyectan en el cigoto en forma intracitoplasmática, continuamos investigando en ese rumbo. El sistema CRISPR/Cas9 se basa en una nucleasa y un ARN guía diseñado tanto para reconocer una secuencia específica de ADN, así como a la nucleasa Cas9. El sistema de CRISPR-Cas9 ha demostrado ser una herramienta simple y versátil para la edición genómica en embriones. La principal ventaja de este nuevo sistema es que el ajuste de la especificidad del mismo hacia nuevas secuencias diana es fácil y económico. Esto se debe a que requiere simplemente del cambio de la secuencia de la guía de ARN, siendo la misma enzima Cas9 adecuada para todas las secuencias.



Figura 6: Oveja transgénica para el factor antihemofílico IX producida con transposones (Bevacqua *et al.* 2017)

En un artículo que publicamos (Bevacqua *et al.*, 2016), reportamos que, no sólo realizamos el Knockout en gen PrnP asociado a la encefalopatía espongiforme, sino que además introdujimos en este lugar específico una nueva secuencia.

QUIMERAS, VARIOS ORÍGENES EN UN SER

Las quimeras son seres fantásticos de la mitología griega, tienen en su estructura partes de diferentes especies (cabeza de cabra, cuerpo de león, etc.). La quimera biológica, por el contrario, consiste en individuos que provienen de células producidas a partir de diferentes embriones.

Un caso fascinante de quimerismo es el de los peces denominados Ceratias. Son la única quimera producida en la vida adulta y sirve para ilustrar el concepto de qué es una quimera. Dado que las Ceratias viven en la más profunda oscuridad, el encuentro entre hembra y macho presenta dificultades. Por esto los machos, que cuando son inmaduros viven libremente, al llegar a la madurez, muerden a la hembra en los flancos, secretan una sustancia química que funde los cuerpos de las hembras y, de ahí en adelante, éstos viven parasitariamente. Muchos órganos del sexo masculino degeneran, los sistemas circulatorios de machos y hembras se convierten en continuos, haciendo de los machos poco más que gónadas para proveer de semen a las hembras. Una hembra puede ser encontrada con múltiples machos fusionados.

Frecuentemente, los monos títies tienen el llamado "quimerismo de la línea germinal". En estos animales, algunos de los espermatozoides o de los óvulos presentes en sus gónadas vienen de otro individuo, su hermano mellizo, por lo que no contienen exclusivamente su propio ADN. En los títies la mayoría de los embarazos son de mellizos no idénticos, y una alta proporción de las crías son verdaderas quimeras. En el estudio genético de los mellizos se observa que todos sus tejidos pueden contener células derivadas su hermano/a. Esto sucede porque las placentas de los mellizos se fusionan en el desarrollo temprano e intercambian células madre de la sangre, pudiendo formar luego varios tejidos como piel, cerebro, músculo, espermatozoides, oocitos y otros.

Fehilly *et al.* (1984), en un trabajo en el que participó Williadsen, publicaron en la revista Nature la obtención de la primera quimera de oveja y cabra. El animal producido fue elegido como portada de la revista, lo que le dio una enorme publicidad. Las quimeras crecieron hasta la edad adulta y algunas fueron fértiles.

Uno de los experimentos que hemos realizado involucró lo que llamamos quimeras transitorias. El experimento consistió en la separación de blastómeros de embriones transgénicos verdes, expresando eGFP, seguido de la agregación con dos embriones

tetraploides, producidos por fusión de embriones de dos células (Hiriart *et al.*, 2013). Estimamos que produjimos una estructura que dará origen a la placenta con células tetraploides y que, eventualmente, se eliminarán luego del parto. Esta técnica nos permitirá no solo la multiplicación de embriones transgénicos, sino también la posibilidad de gestar una especie en otra, aunque ambas no estén tan emparentadas. Esta metodología también podría utilizarse para multiplicar los embriones de animales de alto valor genético, al poder dividir estos embriones en sus blastómeros para darle un mayor número de células por la complementación tetraploide.

CONSIDERACIONES FINALES

En un proyecto que estamos desarrollando con el Dr Rafael Fernández Martín y un talentoso grupo de jóvenes intentamos producir cerdos editados para que sean propicios para donar órganos a humanos (xenotransplante). Hemos avanzado en un tiempo récord, por lo menos con las pruebas *in vitro*, logrando editar 3 genes. Planeamos producir un total seis modificaciones, cada una de las cuales involucra numerosos eventos, con la intención de aumentar la seguridad sanitaria, la compatibilidad y la sobrevivencia de los órganos de cerdo para el xenotransplante. Creemos que es posible lograr los objetivos en corto plazo y a un bajo costo. Tecnologías como la edición génica sorprenden por la rapidez con que evolucionan y se popularizan entre los diferentes grupos de investigación. Este hecho, en mi opinión, democratizará su uso a nivel internacional y favorecerá su aplicación.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a los miembros de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria por haber aprobado con generosidad, reconocerme y aceptarme entre sus Académicos de Número, nombramiento del que me siento honrado y al que deseo corresponder como de mí se espera.

Y, quisiera también hacer extensivo mi agradecimiento a todos aquellos que me acompañaron en muchos sentidos a lo largo de toda mi trayectoria, en la cual el área de investigación requiere especialmente de una actividad en equipo.

Por tal motivo, quisiera agradecer a los al Dres. Lino Barañao y Carlos Munar, por acompañarme en muchos de mis logros y también al empresario, Marcelo Arguelles, quien confió en nosotros y financió varios de nuestros proyectos. Quiero agradecer

intensamente a todos los colaboradores y estudiantes que han participado en los experimentos que se describieron en esta revisión. Hago extensiva mi especial gratitud para Rafael Fernández Martín, que colaboró en muchos de nuestros éxitos. Y deseo hacer un agradecimiento muy especial al colega y amigo Rafael Fissore, ya que sin su apoyo probablemente no hubiera realizado mi doctorado en la Universidad de Massachusetts y mi destino hubiera sido diferente. Y, por último, quiero también agradecer a mis padres, que me enseñaron que el estudio es la mejor opción para el progreso, y a Inés García, Paula y Lucia Salamone, mis compañeras de ruta, que siempre estuvieron conmigo y le dieron sentido a mi vida.

BIBLIOGRAFÍA

- Beetschen, J.C. & Fischer, J.L., 2004. Yves Delage (1854-1920) as a forerunner of modern nuclear transfer experiments. *International Journal of Developmental Biology*. 48:607-612.
- Bevacqua, R.J., Fernandez-Martín, R., Canel, N.G., Gibbons, A., Texeira, D., Lange, F., Vans Landschoot, G., Savy, V., Briski, O., Hiriart, M.I., Grueso, E., Ivics, Z., Taboga, O., Kues, W.A., Ferraris, S., Salamone, D.F., 2017. Assessing Tn5 and Sleeping Beauty for transpositional transgenesis by cytoplasmic injection into bovine and ovine zygotes. *PLoS One*. 12: e0174025
- Bevacqua, R.J., Fernandez-Martín, R., Savy, V., Canel, N.G., Gismondi, M.I., Kues, W.A., Carlson, D.F., Fahrenkrug, S.C., Niemann, H., Taboga, O.A., Ferraris, S., Salamone, D.F., 2016. Efficient edition of the bovine PRNP prion gene in somatic cells and IVF embryos using the CRISPR/Cas9 system. *Theriogenology*. 86:1886-1896.
- Briggs, R. & King, T.J., 1952. Transplantation of living nuclei from blastula cells into enucleated frogs' eggs. *Proceedings of the National Academy of Sciences. USA*. 38: 455– 463.
- Buemo, C.P., Gambini, A., Moro, L.N., Hiriart, M.I., Fernández-Martín, R., Collas, P., Salamone, D.F., 2016. Embryo Aggregation in Pig Improves Cloning Efficiency and Embryo Quality. *PLoS One*. 11: e0146390
- Campbell, K.H.S., McWhir, J., Ritchie, W.A. & Wilmut, I., 1996. Sheep cloned by nuclear transfer from a cultured cell line. *Nature*. 380: 64– 66.
- Canel, N., Bevacqua, R., Fernández-Martín, R., Salamone, D.F., 2010. Activation with ionomycin followed by dehydroleucodine and cytochalasin B for the production of parthenogenetic and cloned bovine embryos. *Cellular Reprogramming (Formerly" Cloning and Stem Cells")*. 12: 491-499.
- Cibelli, J.B., Stice, S.L., Golueke, P.J., Kane, J.J., Jerry, J., Blackwell, C., Ponce de Leon, F.A., and Robl, J.M., 1998. Cloned transgenic calves produced from nonquiescent fetal fibroblasts. *Science*. 280: 1256-1258.
- Fehilly, C.B., Willadsen, S.M., Tucker, E.M., 1984. Interspecific chimaerism between sheep and goat. *Nature*. 307:634-636.
- Gambini, A., Jarazo, J., Olivera, R., Salamone, D.F., 2012. Equine cloning: in vitro and in vivo development of aggregated embryos. *Biology of reproduction*. 87:15
- Gambini, A., De Stefano, A., Bevacqua, R.J., Karlanian, F., Salamone, D.F., 2014. The aggregation of four reconstructed zygotes is the limit to improve the developmental competence of cloned equine embryos. *PLoS One*. 9: e110998
- Gurdon, J., Elsdale, T., Fischberg, M., 1958. Sexually mature individuals of *Xenopus laevis* from the transplantation of single somatic nuclei. *Nature*. 182: 64-65.
- Gurdon, J.B., 1960. The developmental capacity of nuclei taken from differentiating endoderm cells of *Xenopus laevis*. *Journal of Embryology and Experimental Morphology*. 8: 505– 526.
- Gurdon, J.B. & Uehlinger, V., 1966. "Fertile" intestine nuclei. *Nature*. 210:1240-1241.
- Hamburger, V., 1999. Hans Spemann on Vitalism in Biology: Translation of a Portion of Spemann's Autobiograph. *Journal of the History of Biology*. 32: 231-243,
- Hiriart, M.I., Bevacqua, R.J., Canel, N.G., Fernández-Martín, R., Salamone, D.F., 2013. Production of chimeric embryos by aggregation of bovine egfp eight-cell stage blastomeres with two-cell fused and asynchronic embryos. *Theriogenology*. 80:357-364.

- Moro, L.N. & Salamone, D. F., 2010. Development of domestic cat embryos generated by intracytoplasmic sperm injection exposed to ionomycin activation and different culture conditions. *Reproduction, Fertility and Development*. 23: 241–242.
- Moro, L.N., Jarazo, J., Buemo, C., Hiriart, M.I., Sestelo, A., Salamone, D.F., 2015a. Tiger, Bengal and Domestic Cat Embryos Produced by Homospecific and Interspecific Zona-Free Nuclear. *Reproduction in Domestic Animals*. 50: 849-857.
- Moro, L.N., Hiriart, M.I., Buemo, C., Jarazo, J., Sestelo, A., Veraguas, D., Rodriguez-Alvarez, L., Salamone, D.F., 2015b. Cheetah interspecific SCNT followed by embryo aggregation improves in vitro development but not pluripotent gene expression. *Reproduction* 150:1-10.
- Palermo, G., Joris, H., Devroey, P., Van Steirteghem, A.C., 1992. Pregnancies after intracytoplasmic injection of single spermatozoon into an oocyte. *Lancet* 340:17–18.
- Pereyra Bonnet, F., Bevacqua, R., La Rosa, I., Sipowicz, P., Radrizzani, M., Fernandez-Martin, R., & Salamone, D., 2011. Novel methods to induce exogenous gene expression in SCNT, parthenogenic and IVF preimplantation bovine embryos. *Transgenic Research*, 20: 1379-1388.
- Pereyra Bonnet, F., Fernández Martín, R., Olivera, R., Jarazo, J., Vichera, G., Gibbons, A., & Salamone, D., 2008. A unique method to produce transgenic embryos in ovine, porcine, feline, bovine and equine species. *Reproduction, Fertility and Development*, 20: 741-749.
- Pereyra-Bonnet, F., Gibbons, A., Cueto, M., Sipowicz, P., Fernández-Martín, R., Salamone, D., 2010. Efficiency of sperm mediated gene transfer in ovine by Laparoscopic Insemination, In Vitro Fertilization or Intracytoplasmic Sperm Injection with Different sperm/DNA incubation treatments. *J Reprod and Develop* 20:741-749.
- Ribeiro, E., da Costa Gerger, R.P., Ohlweiler, L.U., Ortigari Jr, I., Mezzalira, J.C., Forell, F., & Mezzalira, A., 2009. Developmental potential of bovine hand-made clone embryos reconstructed by aggregation or fusion with distinct cytoplasmic volumes. *Cloning and Stem Cells*, 11: 377-386.
- Rodriguez, M., Gambini, A., Clerico, G., Ynsaurralde-Rivolta, A., Briski, O., Largel, H., Sansinena, M., Salamone, D., 2019. Time of the first polar body extrusion influences the developmental competence of equine oocytes after ICSI. *Reprod Fertile, Develop* 31: 1805-1811
- Salamone, D.F. & Barañao, L., 1995. Producción de los Primeros Terneros Nacidos en la Argentina Por Maduración Y Fertilización In Vitro de Ovocitos Recuperados de Animales Sacrificados para Consumo. Seminario Internacional de Embriones Biotecnología y Tecnologías Avanzadas. 4-5 Mayo Montevideo. Uruguay. Pagina 125.
- Salamone, D.F., Damiani, P.R., Fissore, A., Robl, J.M., & Duby, R.T., 2001. Ooplasmic and nuclear maturation of calf oocytes: Assessment by biochemical and nuclear transfer approach. *Biology of Reproduction*, 64: 1761-1768.
- Salamone, D. et al. 2006. High-level expression of bioactive recombinant human growth hormone in the milk of a cloned transgenic cow. *J Biotechnol* 124: 469-72.
- Salamone, D.F., Canel, N.G., Rodríguez, M.B., 2017. Intracytoplasmic sperm injection in domestic and wild mammals. *Reproduction*. 154: F111-F124.
- Schnieke, A.E, Kind, A.J., Ritchie, W.A., Mycock, K., Scott, A.R., Ritchie, M., Wilmut, I., Colman, A., and Campbell, K.H., 1997. Human factor IX transgenic sheep produced by transfer of nuclei from transfected fetal fibroblasts. *Science* 278: 2130-2133.
- Shampo, M.A. et al., 1999. Hans Spemann--contributions to embryology. *Mayo Clin Proc* 74: 474.
- Willadsen, S.M., 1979. A method for culture of micromanipulated sheep embryos and its use to produce monozygotic twins. *Nature* 277:298-300.
- Willadsen, S.M., 1986. Nuclear transplantation in sheep embryos. *Nature* 320:63-65.
- Willadsen, S.M., Tucker, E.M, 1984. Interspecific chimaerism between sheep and goat. *Nature* 307: 634-636.
- Wilmut, I., Schnieke, A.E., McWhir, J., Kind, A.J., and Campbell, K.H., 1997. Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells 385: 810-813.
- Ynsaurralde Rivolta, A.E., Suvá, M., Alberio, V., Echegaray, C. V., Guberman, A., Bevacqua, R. J., & Salamone, D. F., 2018. Development and quality of in vitro bovine hemi embryos produced by blastomere separation and embryo bisection. *Reproduction, Fertility and Development*, 31: 164-164.

Incorporación del Académico de Número Ing. Emilio H. Satorre

Presentación por el Ing. Agr. /Ph.D. Fernando H. Andrade

Es un gran honor para mí presentar al nuevo Académico de Número, Dr. Emilio Satorre

Este es un merecido reconocimiento por sus importantes y sostenidas contribuciones al desarrollo agropecuario de nuestro país, en 3 campos:

- En investigación
- En extensión
- En docencia universitaria

Investigación

Posee una nutrida producción científica en tres áreas temáticas:

- Ecología de malezas (gramón y sorgo de Alepo), que condujo al diseño de métodos y estrategias para su manejo y control. Estos estudios son reconocidos en la bibliografía internacional y el cincuenta por ciento de los trabajos científicos que ha publicado tratan sobre estos temas.

- Ecología, ecofisiología y producción de los principales cultivos de granos.

Esta área incluye estudios sobre factores determinantes del rendimiento, nutrición de cultivos y modelos de simulación. Representa el treinta por ciento de su producción científica.

- Sistemas de producción pampeanos: En ellos, aborda procesos de transformación tecnológica y sustentabilidad de los sistemas de producción extensivos e incluye estudios sobre el proceso de agriculturización, rotaciones, intensificación cultivos/año, etc.

Sus trabajos sobre sistemas de producción representan el veinte por ciento del total de su producción científica y el sesenta por ciento del total de su producción en los últimos cinco años, lo que refleja su creciente interés por abordar temas a mayor escala de complejidad.

Como resultado de esta fecunda tarea ha publicado 65 trabajos en revistas científicas con referato, numerosos trabajos en actas de congresos, 16 capítulos de libro y 6 libros.

Ha coordinado y coordina proyectos de investigación interdisciplinarios e interinstitucionales, lo cual refleja su gran capacidad para articular esfuerzos.

Por este accionar cuenta con un amplio reconocimiento de la comunidad científica, de sus pares.

Extensión

Por sus investigaciones sobre procesos y mecanismos que regulan los sistemas de cultivo y por su contacto con la realidad del productor, Emilio está en posición privilegiada para entender la atenuación de factores y la magnificación de las interacciones, en la medida que se trepa en la escala de complejidad.

Sobre esta base logró conectar con éxito la generación del conocimiento con la realidad del productor, contribuyendo a un modelo interactivo de innovación.

Emilio es un constructor de articulaciones de calidad entre actores, visiones y disciplinas, entre investigación-extensión-comunidad.

En esto radica su éxito en el campo de la extensión y transferencia.

Menciono algunas de sus funciones y logros

- Coordinador Académico de la Unidad de Investigación y Desarrollo de AACREA. En esta función ha diseñado y coordinado proyectos de investigación y de desarrollo con transferencia de impacto nacional.
- Responsable de convenios de vinculación tecnológica con transferencia a grupos de productores y empresas del sector.
- Conformación de amplias redes de investigación con grupos de productores en varias provincias.
- Fortalecimiento de relaciones inter-institucionales.
- Permanente dedicación a la difusión del conocimiento entre asesores y productores a través de: cursos de actualización, programas de capacitación, escritos, manuales y libros de divulgación, conferencias y charlas en jornadas de campo, reuniones técnicas y congresos tecnológicos.
- Cuenta con un amplio reconocimiento de los productores y muchos de ellos han dado repetidamente testimonio de los beneficios de este accionar.

Docencia

Inicia su carrera académica como ayudante de la Cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. Obtenido su doctorado en el exterior, se incorpora a la Cátedra de Cereales de dicha casa de estudios, haciéndose cargo de la misma desde 1989.

Dirige la actividad de un cuerpo docente formado por 12 investigadores, todos con grado de doctor en ciencias. Trabajó para mejorar la calidad de enseñanza a través de la capacitación de los docentes y de promover su participación en proyectos de investigación.

Dicta Cursos de grado y postgrado.

Su curso de grado está entre los mejor calificados de la Carrera de Agronomía.

Ha dirigido numerosos estudiantes de doctorado, maestría en ciencias, especialidad y grado.

Muchos de ellos hoy ocupan puestos de referencia en instituciones públicas y empresas privadas del sector, en el país y el extranjero.

Por su amplia y sólida experiencia en investigación está en una posición privilegiada para desarrollar en los estudiantes creatividad, espíritu crítico, independencia de criterio y para aportar las bases cognitivas para el crecimiento profesional.

Por la pertinencia de sus aproximaciones, su conocimiento de la realidad productiva y por la construcción de espacios de articulación de calidad entre investigación, extensión y comunidad, transmite entusiasmo a sus estudiantes, a los profesionales y productores que capacita.

Cuenta con el sentido reconocimiento de sus alumnos

La cantidad y relevancia de los premios recibidos son claros testimonios de los logros mencionados en los tres campos. Solo menciono un par de ejemplos:

Premio Espiga de oro 2016, Bs. As. “Por su labor en asesoramiento, educación e investigación en aspectos de la producción agrícola”.

Premio Bolsa de cereales 2008, de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. “Por crear conocimiento original para desarrollar aproximaciones técnicas novedosas y

eficientes para abordar problemas de la producción agrícola y para promover la actualización y capacitación de asesores técnicos y productores.

Conclusión

En síntesis, en su carrera profesional, Emilio

- Conduce investigación de calidad y de pertinencia.
- Aplica los conocimientos generados a los sistemas de producción de cultivos. Su labor es un puente entre los centros de generación de conocimiento y la producción agropecuaria.
- Ejerce docencia y capacitación, enriquecida por su vasta experiencia en investigación y extensión.

Es inusual descollar de tal manera en los tres frentes (investigación, extensión, docencia).

Es poco común alcanzar tal aprovechamiento de las sinergias entre dichos campos.

Emilio es un constructor de la articulación entre investigación, extensión y comunidad, contribuyendo así a un modelo virtuoso de innovación en el sector.

Es un ejemplo a seguir.

Querido Emilio, tengo muy presente nuestras épocas de estudio en la universidad. Nuestros sueños y planes con Jorge González Montaner.

La vida nos presentó caminos distintos, pero a pesar de las distancias, la amistad y el respeto se fueron consolidando con los años.

Guardo por vos un gran afecto, por tu empatía, afectuosidad y generosidad y un gran respeto, por la tarea que desarrollas, por la conjunción de investigación, extensión y docencia y en los últimos tiempos además, por tu fortaleza y serenidad.

Hoy te inicias como Académico de Número y me siento muy feliz por este tan merecido reconocimiento y porque me has pedido que te acompañe en este momento tan relevante de tu carrera.

A continuación, el Dr. Satorre disertará sobre el tema: “Ciencia y Tecnología en el problema de las malezas de los cultivos extensivos de granos”.

Ing.Agr. /Ph.D. Fernando H. Andrade

Incorporación del Académico de Número Ing. Agr. Emilio H. Satorre

Conferencia

Ciencia y Tecnología en el problema de las malezas de los cultivos extensivos de granos

PhD. Ing. Agr. Emilio H. Satorre ^a

^a Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, IFEVA, CONICET, Departamento de Producción Vegetal, Cátedra de Cereales.

INTRODUCCIÓN

La problemática de las malezas en los cultivos nace con la agricultura misma y, su presencia y efecto sobre ellos forma parte de los textos más antiguos. Las malezas siempre han sido importantes en la agricultura del mundo y de Argentina, particularmente si medimos su importancia en el interés de librarnos de ellas (Soriano, 1975), debido a sus efectos negativos directos e indirectos sobre el rendimiento y manejo de los cultivos. Las malezas están entre las principales causas de pérdida de rendimiento en el mundo entero. A pesar de los esfuerzos invertidos, las pérdidas de rendimiento promedio se han estimado entre 10 y 12 % para el mundo entero, aunque pérdidas cercanas al 40 % han sido reportadas en los trópicos y subtrópicos donde son aplicadas escasas medidas de control (Stoskopf, 1985; Agrios, 1999). En Argentina se ha reportado que, en ausencia de control o manejo de las malezas, las pérdidas de rendimiento por competencia de las malezas alcanzarían valores entre el 30 y 60 %, según el cultivo y la maleza considerada (por ej. Ghersa & Martínez-Ghersa, 1991a; Vitta, Satorre & Leguizamón, 1993; Bedmar, Eyherabide & Satorre, 2000). Independientemente de las posibles pérdidas que puedan generar, los costos involucrados en el control de las malezas son un indicador directo de su importancia económica. Así, el costo total de los productos herbicidas utilizados en los principales cultivos de grano (sin incluir los costos de aplicación) largamente excede los 1.400 millones de dólares anuales (Casafe, 2013), lo que representa cerca del 11 % del valor bruto de la producción de esos cultivos.

A pesar del enorme número de especies identificadas como malezas de los cultivos, la mayor parte del perjuicio se concentra en unas pocas especies problema. Delucchi (2011) se refiere a 100 especies malezas habituales en los cultivos extensivos de Argentina. Sin embargo, la importancia de ellas no es similar. Holm & Herberger (1969) y Holm et al (1977) mencionan que 10 especies se encuentran entre las más dañinas, muchas de ellas

presentes en los cultivos de Argentina. Estos, relativamente reducidos grupos de especies son usualmente identificadas como las maleza problema y concentran la atención de los investigadores, técnicos y productores.

Muchos métodos han sido usados para prevenir o evitar el perjuicio de las malezas. Algunos han sido diseñados para evitar el ingreso de las malezas en los lotes cultivados, otros lo han sido para destruirlas (Fryer, 1983) y otros han buscado reducir el efecto de las malezas, por ejemplo a través del aumento de la habilidad competitiva de los cultivos (Satorre, 1988). Independientemente del método de control que se utilice con las malezas, su eficiencia y eficacia depende del nivel de comprensión que se tenga del fenómeno de enmalezamiento y de las interacciones que ocurren entre las especies y el ambiente en los cultivos.

La ciencia de malezas tiene ya muchos años y, a lo largo de su desarrollo ha tenido enfoques divergentes y los recursos y esfuerzos se han distribuido de manera desigual. Desde el advenimiento de las primeras moléculas de acción herbicida en la década del 40, la ciencia de las malezas se orientó al desarrollo de estas tecnologías. En especial los esfuerzos se concentraron en el desarrollo de nuevos productos herbicidas. En la década de 70, por ejemplo, Heywood (citado en Soriano, 1975) indicaba que 25 nuevos productos eran evaluados todos los años para su uso como herbicidas en Oxford, Reino Unido; principalmente para entender los modos de acción, las respuestas y efectos de los herbicidas sobre las malezas, el cultivo y el ambiente. De hecho, la mayor parte de los textos de malezas dedican entre el 50% y 70 % de sus contenidos a distintos aspectos del control con herbicidas (Zimdhal, 2007). Hay pocas excepciones a esta regla (entre ellas, Aldrich & Kremer, 1997; Satorre, Kruk & De la Fuente, 2016). En contraposición a ese enfoque fuertemente tecnológico, los estudios sobre la ecofisiología y ecología de malezas ocuparon y ocupan una porción menor de este tema y, sus aplicaciones directas a la lucha de las malezas raramente pasan del ejercicio académico (Satorre, Kruk & De la Fuente, 2016).

A juzgar por los resultados obtenidos, el enfoque tecnológico apoyado en el uso de herbicidas químicos ha ganado algunas batallas, pero no la guerra. De la idea inicial de “erradicar” las malezas –finalizar la guerra en poco tiempo- ya poco se espera y, a pesar de las herramientas cada vez más sofisticadas, parece que las malezas no cejan en su lucha y se levantan fortalecidas de cada intento de eliminarlas. Por ello, el objetivo de las líneas que siguen es enfocar el problema de las malezas en la agricultura argentina de las últimas

décadas con atención, (i) al papel que pudieron haber jugado los cambios experimentados en la problemática actual de enmalezamiento de los principales cultivos extensivos; y (ii) las necesidades que plantea a la ciencia y a la tecnología ese estado de situación hacia futuro.

LAS MALEZAS Y EL ENMALEZAMIENTO EN LA NUEVA AGRICULTURA.

La agricultura argentina, desde el establecimiento de las primeras colonias en la segunda mitad del siglo XIX, se caracterizó por estar dominada por actividades extensivas mixtas, con relativamente cortas rotaciones agrícolas y fuertes interacciones entre la agricultura y la ganadería. La composición y organización de las malezas estuvo fuertemente determinada por las características de ese modelo productivo (Martínez-Ghersa, Ghersa & Satorre, 2000). Luego del primer período de expansión de la agricultura en la primera mitad del siglo XX, la presión de las malezas causaba pérdidas de magnitud (Copello, 1972) y algunas especies malezas podían ser reconocidas como problemas en los cultivos de granos; tal es el caso del Sorgo de Alepo (*Sorghum halepense* L. Pers), el gramón (*Cynodon dactylon* L.) o el chamico (*Datura ferox* L.). Estas especies, dieron origen a esfuerzos coordinados desde el estado para su lucha y control, gestándose, por ejemplo, el Plan piloto Salto (INTA, 1978; para el estudio y control de sorgo de Alepo) y, el Plan piloto Rufino (Anónimo, 1982; para el caso de gramón). Desde entonces, y con mayor impacto desde la década de 1990, la agricultura experimentó grandes cambios que llevaron a un proceso de expansión y agriculturalización (Navarrete et al, 2009). El área sembrada con cultivos se duplicó alcanzando algo más de 32 millones de hectáreas en todo el país, la producción agrícola creció de poco menos de 40 a cerca de 100 millones de toneladas para el conjunto de los cultivos de trigo, soja, maíz, sorgo, cebada y girasol (Satorre, 2005; SIIA-Mincyt, 2015). Este crecimiento en superficie y en productividad de la agricultura intensificó dos procesos que actúan como fuerzas motrices del enmalezamiento (Guglielmini, Kruk & Satorre, 2015) ligadas a: (i) el reemplazo de praderas y pastizales por cultivos de una sola especie, que abrió oportunidades a nuevos procesos evolutivos y al ajuste genético adaptativo de especies a esos nuevos ambientes fuertemente intervenidos y manejados por el hombre; y (ii) los cambios en el ambiente mismo, generados por el manejo de los cultivos y, frecuentemente vinculados a un proceso de deterioro del suelo asociado a un modelo agrícola con crecientes niveles de producción y extracción. Hay evidencias muy diversas del deterioro físico y químico de

los suelos en ambos períodos de nuestra agricultura. Ambas fuerzas, adaptativas y sucesionales, promovieron fuertes cambios en las comunidades de malezas en este último período de la agricultura.

Las malezas se organizan en comunidades pluri-específicas conformando una unidad funcional compleja, derivada de su diversidad específica, su organización –abundancia relativa de las especies-, sus formas de vida y su distribución en el espacio y en el tiempo, entre otras características. Estos grupos funcionales están constantemente expuestos a las fuerzas de organización mencionadas arriba y, entonces, vinculadas a la forma de manejo de los cultivos (su fecha de siembra, fertilización, genotipo, arreglo espacial, y control químico con herbicidas) y, a los cambios en el ambiente que los sistemas de producción ocasionan, por deterioro o enriquecimiento de la salud del suelo.

Sin embargo, los últimos 40 años no sólo muestran expansión de superficie cultivada y de producción en Argentina sino que, paralelamente, se incrementa el uso de nuevas tecnologías en los cultivos. Es reconocido que cuatro grandes grupos de tecnologías han contribuido en gran medida a la producción de alimentos a nivel global. Ellas son los fertilizantes minerales, la mecanización agrícola, el mejoramiento genético y los plaguicidas y reguladores de crecimiento (Zimdhal, 2007). Esos cuatro motores de la producción, han sido y son también potentes fuerzas de cambio en las comunidades vegetales en Argentina. En los últimos años aumentó el uso de los fertilizantes tanto en cantidad como en oportunidad, cambió la base genética de los cultivos reduciéndose, especialmente en la incorporación de algunos genes de gran influencia y que se convirtieron en determinantes de las tecnologías y manejo de los cultivos. Así la biotecnología incorpora los cultivos transgénicos, por ejemplo resistentes al herbicida glifosato, en especies tales como soja, maíz y sus genotipos se difunden rápidamente. El uso de agroquímicos cambió con la liberación de estos genotipos introduciéndose nuevos productos y formas de uso de herbicidas, fungicidas e insecticidas. Otro cambio relevante, estuvo representado por la amplia adopción de la siembra directa como sistema de “cero” labranza de los cultivos (Peireti, 2001; Meninato, 2001). De unos pocos miles de hectáreas sembradas en siembra directa a fines de los 80, llegamos a más de 20 millones de hectáreas en la actualidad. Con esto, los nuevos patrones de diseño espacial (distanciamiento entre hileras) y temporal (fecha de siembra) de los tradicionales cultivos de Trigo, Soja y Maíz cambian y pasan a actuar también fuertes como organizadores de las comunidades de malezas. En algunos casos aumentando la ocupación de los cultivos,

como en el caso del Trigo/Soja de 2da o Trigo/Maíz de 2da (Martínez-Ghersa & Ghersa, 1991b; Satorre, 2012); en otros, cambiando su disposición temporal, la fecha de siembra y de cosecha, como es el caso del cultivo de Maíz Tardío que hoy ocupa casi el 60 % de la superficie cultivada con esta especie (Juan Lariguet, 2016 –comunicación personal).

El aumento del área sembrada y de la producción junto al cambio relativo de las especies cultivadas y el ajuste de tecnologías (Satorre, 2005; Satorre, 2012) no podía pasar inadvertido a numerosas especies espontáneas y a otras introducidas, las que se convertirían en malezas problema. Especies tales como *Conyza bonariensis*, *Conyza sumatrensis*, *Gomphrena pulchella*, *Chloris sp.*, *Trichloris crinita* y otras resistentes al herbicida glifosato tales como *Sorghum halepense*, *Eleusine indica*, *Echinochloa colonna*, *Lolium multiflorum*, *Amaranthus sp.* o *Cynodon hirsutus*, por citar algunas, alcanzan rápidamente un lugar destacado entre los nuevos o rejuvenecidos problemas de la agricultura extensiva Argentina (Ustarroz, 2013). Había evidencias de procesos semejantes en el pasado (León & Suero, 1962) que sugerían que las poblaciones de malezas podían responder con ajustes muy específicos a las prácticas de manejo de los cultivos.

De hecho, las malezas expusieron eficazmente en este período distintos mecanismos de supervivencia, perpetuación y crecimiento. Entre estos mecanismos, la capacidad de las semillas de malezas de dormirse y no germinar, aún frente a estímulos ambientales de humedad y temperatura adecuados, fue relevante. Pero también, y por el contrario, la capacidad de desarrollar poblaciones capaces de responder a estímulos lumínicos para romper la dormición, poder despertar y establecerse en los cultivos cuando las condiciones son favorables a su supervivencia (luego de una labor, o en ausencia de vegetación, por ejemplo), supusieron estrategias de selección y adaptación poblacional sumamente especializada y muy bien documentada en numerosas especies malezas (por ej. Baskin y Baskin, 1985; Benech Arnold et al, 2000; Ustarroz et al; 2016).

Frente a esta evidencia y para responder aquella pregunta de Soriano (1975) sobre si es la maleza un sujeto exitoso por lo especializado o por lo altamente generalizado (yuyo); es necesario reconocer que los procesos de ajuste y cambio a los que me he referido operaron a niveles superiores al del organismo, y fueron ellos la población y la comunidad. La población es una unidad funcional fuertemente generalizada o generalizable (puede adquirir variabilidad y aumentar su base genética). Esto, le permite desembocar más o menos rápidamente en unidades funcionales fuertemente

especializadas. Las malezas problema son tales porque resultaron entonces, ambas cosas en el escenario agrícola.

UN ABORDAJE ECOLÓGICO AL MANEJO DE MALEZAS

Las tecnologías y decisiones alrededor del manejo de los cultivos actúan regulando procesos ecológicos y funcionales de las malezas y, a través de ellos, los patrones de cambio que estas experimentan. Desde este punto de vista, el éxito ecológico de una maleza depende de los atributos que le confieren capacidad para sobrevivir a los disturbios producidos por el manejo del cultivo y ajustarse a la oferta ambiental del sistema agrícola (Soriano, 1971). El enmalezamiento es un problema ecológico complejo.

Hay consenso que los nuevos procesos de producción y cambios tecnológicos incrementaron el problema de las malezas, su impacto en el mundo y particularmente en Argentina. Afortunadamente, mientras el éxito transitorio de algunos modelos productivos fuertemente tecnológicos minimizaban el impacto de las malezas, la ciencia a través de la ecología y ecofisiología vegetal continuó buscando entender porque algunas especies malezas de los cultivos eran exitosas y, con ello, tan perjudiciales a los objetivos de los productores. Varios grupos de investigación en Argentina hicieron contribuciones originales que fueron reconocidas local y mundialmente. Hoy esos aportes abren oportunidades a un manejo integral y racional del problema de las malezas.

Usualmente, el marco teórico del abordaje inicial al problema de las malezas se apoyó en la importancia a las fuerzas que imperan en un proceso sucesional, movilizadas por la introducción de la agricultura y la simplificación de los sistemas (Soriano, 1971; Ghersa y León, 1999; de la Fuente et al., 2006). Este enfoque, si bien necesario, es fuertemente descriptivo. Contribuye a la identificación de las comunidades, especies dominantes, su inventario y, eventualmente, pone en evidencia sus cambios al nivel de comunidad.

Booth y Swanton (2002) propusieron una aproximación alternativa, elaborando ideas bajo la teoría de ensamblaje (Diamond, 1975; Belyea y Lancaster, 1999). Esta aproximación introduce un enfoque analítico, al considerar que diferentes filtros o restricciones que actúan sobre las poblaciones son los que conforman la organización de la comunidad. Identificar y comprender el funcionamiento de esos filtros sería clave, en este marco de

análisis, para explicar y, eventualmente, manejar la dirección de los cambios en las comunidades de malezas.

Sin embargo, ambos marcos teóricos mencionados no alcanzan a aportar elementos concretos que permitan un manejo integral y amplio del problema de las malezas en un contexto de cambio tecnológico. Por ello, en general, las aproximaciones al éxito de las malezas de una comunidad se han realizado a partir del análisis parcial o aislado de los procesos determinantes. Por ejemplo, mucha atención se prestó al proceso competitivo como determinante del éxito (Harper, 1977; Satorre, 1988). La habilidad competitiva relativa de malezas y cultivos ha sido muy estudiada (Satorre & Kruk, 2016) pero, por sí sola, no puede explicar el éxito de algunas especies problema; entre ellas las nuevas invasoras (ej. recientemente *Amaranthus palmeri*) o las resistentes a los herbicidas (Soriano, 1975). Para ello, es necesario introducir un marco de referencia que incorpore simultáneamente tres procesos demográficos claves determinantes de la estructura y funcionamiento de una población en un sistema cultivo-maleza. Ellos son: (i) la dinámica del establecimiento, modulada por la dormición fisiológica de los órganos de supervivencia de las especies. Esto incluye la semilla, incorporando la germinación y la emergencia hasta el establecimiento de la plántula, o la estructura vegetativa (rizoma, estolón, corona, raíz gemífera, etc.), incorporando la brotación y la emergencia hasta el establecimiento del vástago, en especies anuales y perennes, respectivamente; (ii) la competencia, regida por la habilidad competitiva específica para la captura y uso de recursos escasos y, (iii) la dispersión (en el espacio y el tiempo) de semillas y propágulos, como reguladores de la capacidad de invasión o expansión de la especie (Cousens y Mortimer, 1995). De estos procesos, la participación de la dispersión en el éxito de las malezas ha recibido la menor atención, aunque su importancia es grande. Por ejemplo, estudios de los vínculos entre la competencia y la capacidad dispersión de malezas han sido explorados a través de modelos de simulación (Maxwell y Ghera 1992; Vitta & Satorre, 1999; de Abelleira, 2008) y, experimentalmente, en malezas anuales y en perennes como gramón (Guglielmini y Satorre 2002; de Abelleira, 2008; Guglielmini, 2010). Estos estudios han demostrado que, si bien la competencia determina la fecundidad de una maleza, la capacidad de dispersión de una especie determinará su incidencia sobre los cultivos y, en alguna medida, también el resultado de la competencia.

Son esperables interacciones entre procesos demográficos (establecimiento, competencia y dispersión) en la jerarquización de poblaciones de malezas en la comunidad. Estas

interacciones operan aún frente a fuerzas selectivas de magnitud (herbicidas) que han generado genotipos resistentes. La menor eficacia de los herbicidas sobre algunas malezas es, sin dudas, un componente relevante del éxito de algunas especies maleza problema. Sin embargo, el resultado de la aplicación de tecnologías (herbicidas) no debe analizarse en forma aislada, pues operan asociadas a los procesos clave arriba mencionados. Además, en algunos casos, la importancia relativa de los procesos clave se ha visto alterada en una especie como respuesta al uso de herbicidas; tal el caso de *Lolium rigidum* que modificó el nivel de dormición de las semillas en las poblaciones resistentes, reduciendo su habilidad competitiva (Vila-Aiub et al, 2009). Resumidamente, los tres procesos poblacionales deben ser analizados en forma integrada pues actúan asociados y son responsables del éxito o fracaso de cada especie maleza en una comunidad. Ignorar las características de esos procesos en la lucha contra una maleza problema sólo puede llevar a éxitos parciales, frecuentemente aleatorios, raramente repetibles y sumamente costosos. Un enfoque integral científico aparece como alternativa a la búsqueda de soluciones duraderas para el manejo de malezas problema.

COMENTARIO FINAL

Es evidente que aún resta mucho trabajo para poder contar con un marco conceptual y analítico que permita integrar las prácticas del manejo del cultivo al de las especies malezas, y reducir su problema. El cuerpo de conocimiento sin embargo ha permitido simular matemáticamente y modelar estos procesos en varias especies y condiciones. Pero, es preciso reconocer que aún es escasa la información disponible y mucho esfuerzo debe ser puesto antes de poder obtener resultados confiables y criterios efectivos para el control de malezas en el corto y largo plazo. Sin duda, la velocidad de avance de la ciencia de malezas será proporcional a los recursos invertidos en el campo de la bioecología de las especies y la ecología de las comunidades. Lamentablemente, la búsqueda de soluciones simples y apropiables (tecnológicas) canaliza la mayor parte de los recursos. Invertir una fracción de esos recursos en enfoques complejos seguramente reportaría resultados más persistentes y eficientes que los que enfrentamos al cabo de casi 70 años de lucha contra las malezas.

Para este autor la información y el conocimiento son las principales herramientas para el manejo de malezas y, la lucha contra las malezas debería concentrarse en lograr, con el

manejo adecuado, que las malezas se muevan en los carriles en que no afecten la productividad y puedan aportar positivamente al desarrollo de una moderna agricultura. Es relevante considerar que muchas especies malezas, en condiciones de mínimos efectos negativos podrían contribuir a sostener calidad ambiental, biodiversidad, valor estético del paisaje, recreación entre otros valores del paisaje rural.

El uso de herramientas sin contar con las bases ecológicas, como se ha mencionado, sólo conduce a éxitos aislados y aleatorios. El manejo de malezas necesita un cambio cultural, reconocer que no existen soluciones simples, y que es necesario un mayor conocimiento sobre la bio-ecología de las especies malezas para enfrentar el problema. Es conocido que las estrategias de lucha y manejo que no consideran los aspectos ecológicos del problema están destinadas a fracasar (Booth, Murphy & Swanton, 2003). Sin embargo, es notable cuan poco conocen de las malezas, sus procesos clave, su reproducción, establecimiento o dispersión aquellos que enfrentan el problema. A pesar de ello, diariamente llevan adelante prácticas para controlar o reducir su impacto. Es este el cambio cultural que la ciencia y la Academia deberían contribuir a producir, pues los tiempos de las soluciones fáciles se alejan rápidamente de los escenarios de producción de nuestros nuevos cultivos y el efecto de las malezas deprime el resultado de la agricultura y su impacto positivo hacia la sociedad.

Palabras clave: Enmalezamiento, control de malezas, tecnologías de control

Keywords: Weeding, weed control, control technologies

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G.N., 1999. General overview of plant pathogenic organisms. En: J.R. Ruberson (Ed), Handbook of Pest Management. Marcel Dekker, Inc. New York, p. 263-307.
- Aldrich, R.H. & Kremer, R.J., 1997. *Principles in weed management*. Second Ed. Iowa State Univ. Press, Ames, IA, USA, 455 pg.
- Anónimo, 1982. Plan Piloto Rufino. Revista ASAM 10 (1): 29-38.
- Baskin, J.M., & Baskin, C.C., 1985. The annual dormancy cycle in buried weed seeds: a continuum. *BioScience*, 35(8), 492-498.
- Bedmar, F., Eyherabide, J.J. and Satorre, E.H., 2000. Bases para el manejo de malezas. En: Andrade y Sadras (Eds). Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Editorial Panamericana S.A., Argentina, p. 269-307.
- Belyea, L.R. & Lancaster, J., 1999. Assembly rules within a contingent ecology. *Oikos*, 402-416.
- Benech Arnold, R.L., Sánchez, R.A., Forcella, F., Kruk, B.C. & Ghera, C.M., 2000. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crops Research*, 67: 105-122.
- Booth, B.D. & Swanton, C.J., 2002. 50th Anniversary-Invited article. Assembly theory applied to weed communities. *Weed Science*, 50: 2-13.
- Booth, B.D., Murphy, S.D. & Swanton, C.J., 2003. *Weed ecology in natural and agricultural systems*. CABI Publishing, Wallingford, UK. 312 pg.
- Casafe, Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes, 2013. Consultado en http://www.casafe.org/web_css/medicindemercado.htm

- Copello, A.C., 1972. Importancia económica de las pérdidas ocasionadas por las malezas en la producción agropecuaria argentina. *Malezas y su Control* 1(1):3-14.
- Cousens, R. & Mortimer, M., 1995. *Dynamics of weed populations*. Cambridge University Press. UK.
- de Abelleira, D., 2008. Modelización del crecimiento de gramón (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) En: *Cultivos de granos. Tesis de Maestría en Producción Vegetal*. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 81 pp. URL: <http://www.agro.uba.ar/users/deabelle/gramon> (acceso en julio 2015).
- de la Fuente E.B., Suárez, S.A. & Ghersa, C.M., 2006. Soybean weed community composition and richness between 1995 and 2003 in the Rolling Pampas (Argentina). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 115: 229-236.
- Delucchi, G., 2011. Cien especies invasoras de flora en Argentina. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ar/?IdArticulo=52>.
- Diamond, J.M., 1975. Assembly of species communities. En M. L. Cody and J. M. Diamond (Eds.) *Ecology and Evolution of Communities*, pp. 342-444. Cambridge, MA: Belknap Press/Harvard University Press.
- Fryer, J.D., 1983. Recent research on weed management: New light on an old practice. In: Fletcher (Ed) *Recent advances in weed research*. Commonwealth Agricultural Bureaux, UK. Pp. 181-198.
- Ghersa, C.M. & León, R.J.C., 1999. Successional changes in the agroecosystems of the Rolling Pampas. En: L.R. Walker (Ed.) *Ecosystems of the World. Ecosystems of disturbed ground*, Chapter 20, pp. 487-502. Elsevier. Amsterdam. Netherlands.
- Ghersa, C.M. & Martínez-Ghersa, M.A., 1991a. A field method predicting yield losses in maize crops caused by *Sorghum halepense*. *Weed Technology* 5:279-285.
- Ghersa, C.M. y Martínez-Ghersa, M. A., 1991b). Cambios ecológicos en los agrosistemas de la Pampa ondulada. Efectos de la introducción de la soja. *Ciencia e Investigación*, 5: 182-188.
- Ghersa, C.M., de la Fuente, E.B., Suárez, S.A. & León, R.J.C., 2002. Woody species invasion in the Rolling Pampas grasslands, Argentina. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 88: 271-278.
- Ghersa, C.M., Satorre, E.H., Van Esso, M.L., Pataro, A. & Elizagaray, R., 1990. The use of termal calendar models to improve the efficiency of herbicide applications in *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Weed Research*, 30: 153-160.
- Guglielmini. A.C. & Satorre, E.H., 2002. Shading effects on spatial growth and biomass partitioning of *Cynodon dactylon*. *Weed Research*, 42: 123-134.
- Guglielmini, A.C. & Satorre, E.H., 2004. The effect of non-inversion tillage and light availability on dispersal and spatial growth of *Cynodon dactylon*. *Weed Research*, 44: 366-374.
- Guglielmini, A.C. 2010. Cambios poblacionales en las comunidades de malezas asociados a la secuencia de cultivos de verano en la región pampeana. El rol de la competencia. Tesis de doctorado. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires, 145 pp.
- Gulielmini, A.C., Kruk, B. y Satorre, E.H., 2015. Un enfoque funcional al análisis de los cambios en las comunidades de malezas de los sistemas agrícolas extensivos de la región pampeana. *Agronomía & Ambiente – Revista de la Facultad de Agronomía UBA* 35(2): 121-130.
- Harper, J.L., 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press, London.
- Heywood, B.J., 1971. Chemical control of plant growth. En Wareing & Cooper (Eds.). *Potential crop production*. Heinemann education books, London, 387 pp.
- Holm, L. & Herberger, C.H., 1969. The world's worst weeds. *Proceedings of the Second Asian Pacific Weed Control Interchange*, 1-14.
- Holm, L., Plucknett, D.L., Pancho, J.V. y Herberger, J.P., 1977. *The World's Worst Weeds: Distribution and Biology*; The University Press of Hawaii, Honolulu.
- León, R.J.C. & Suero, A., 1962. Las comunidades de malezas de los maizales y su valor indicador. *Revista Argentina de Agronomía*, 29: 23-28.
- Manuel-Navarrete, D., Gallopin, G.C., Blanco, M., Díaz Zorita, M., Ferraro, D.O., Herzer, H., Laterra, P., Muráis, M.R., Podestá, G.P., Rabinovich, J., Satorre, E.H., Torres, F. & E. Viglizzo, 2009. Multi-causal and integrated assessment of sustainability. The case of agriculturization in the Argentine Pampas. *Environment, Development and Sustainability*, 11:621-638.
- Martínez Ghersa, M.A., Ghersa, C.M. y Satorre, E.H., 2000. Coevolution of agricultural systems and their weed companions: implications for research. *Field Crops Research*, 67: 181-190.
- Maxwell, B.D. & Ghersa, C.M., 1992. The influence of weed seed dispersion versus the effect of competition on crop yield. *Weed Technology*, 6: 196-204.
- Meninato, R., 2001. The impact of biotechnology in South America. En: Paarlberg R., Solbrig O. & F. Di Castri (eds.) *Globalization and the rural environment*. Pg. 217-224; David Rockefeller Center for Latin-American Studies. Harvard University Press, Cambridge, USA.

- Peet, R. K., & Christensen, N. L., 1980. Succession: a population process. En *Succession* (pp. 131-140). Springer, Dordrecht.
- Peiretti, R.A., 2001. Direct seed cropping in Argentina: Economic, Agronomic and Sustainability benefits. En: Paarlberg R., Solbrig O. & F. Di Castri (eds.) *Globalization and the rural environment*, David Rockefeller Center for Latin-American Studies, Harvard University Press, Cambridge, USA. Pg. 179-200.
- Satorre, E.H., 1988. The Competitive Ability of Spring Cereals. PhD Thesis, Dept. of Agricultural Botany, University of Reading. 262 pp.
- Satorre, E.H., 2005. Cambios tecnológicos en la agricultura argentina actual. *Ciencia Hoy*, 87: 24-31.
- Satorre, E.H. & Guglielmini, A.C., 2000. Ecophysiology of weed-crop competition and dispersion. Proceedings of the Third International Weed Science Congress; 2000 June 6-11; Foz do Iguassu, Brazil, Manuscript number 40, 10 p., CD-ROM. Available from: International Weed Science Society, Oxford, MS, USA.
- Satorre, E.H., 2001. Production Systems in the Argentine Pampas and their Ecological Impact. En: Paarlberg R., Solbrig O. & F. Di Castri (eds.) *Globalization and the rural environment*, David Rockefeller Center for Latin-American Studies. Harvard University Press, Cambridge, USA. Pp. 79-102.
- Satorre, E.H., 2012. Recent changes in Pampean agriculture: possible new avenues to cope global change challenges. En Slafer & Araus (Eds.). *Crop stress management & Climate Change*, CABI Climate Change Series, pp. 47-57.
- Satorre, E.H. y Kruk, B.C., 2016. Interacciones cultivo-maleza: Competencia. En: Satorre, Kruk & De la Fuente (Eds). *Bases y herramientas para el manejo de malezas*. Editorial Facultad de Agronomía, UBA; Buenos Aires, Argentina, PP. 141-178.
- Satorre, E.H., 2015. Relevamiento de malezas CREA: Las malezas en los sistemas de producción. 1er Taller CREA del Proyecto Nacional de Malezas, Rosario, 21 y 22 de Abril, 2015.
- Satorre, E.H., Kruk, B.C. & De la Fuente, E.L., 2016. *Bases y herramientas para el manejo de malezas*. Editorial Facultad de Agronomía, UBA, Buenos Aires, Argentina. 285 pg.
- Satorre, E.H., Ghersa, C.M., & Pataro, A.M., 1985. Prediction of Sorghum halepense (L.) Pers. rhizome sprout emergence in relation to air temperature. *Weed Research*, 25: 103-109.
- SIIA. (Sistema Integrado de Información Agropecuaria). 2015. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación. URL: <http://www.sii.gov.ar> (acceso en julio 2015).
- Soriano, A., 1975. Gloria y miseria de las malezas de los cultivos. *Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*, 29(1): 13-34
- Soriano, A., 1971. Aspectos rítmicos o cíclicos del dinamismo de la comunidad vegetal. En: R.H. Mejía & J.A. Moguevski (Eds.) *Recientes adelantos en Biología*, pp. 441-445. Buenos Aires. Argentina.
- Ustarroz, D. (2013). Problemas de malezas derivados de la producción actual de cultivos con un intenso uso del herbicida glifosato. *Actas del 12º Curso Internacional de Agricultura de Precisión*, INTA EEA-Manfredi, 5pp.
- Ustarroz, D., Kruk, B.C., Satorre, E.H. & Ghersa, C.M., 2016. Dormancy, germination and emergence of *Urochloa panicoides* as regulated by temperature. *Weed research*, 56 (1): 59-68.
- Vila-Aiub, M.M., Neve, P. & Powles, S.B., 2009. Fitness costs associated with evolved herbicide resistance alleles in plants. *New Phytologist*, 184: 751-767.
- Vitta, J.I. & Satorre, E.H., 1999. Validation of a weed-crop competition model. *Weed Research*, 39:259-269.
- Vitta, J.I., Satorre, E.H. & Leguizamón, E.S., 1993. Using canopy attributes to evaluate competition between *Sorghum halepense* (L.) Pers and Soybean. *Weed Research*, 33: 89-97.
- Zimdhal, R.L., 2007. Fundamentals of weed science. Elsevier, san Diego, California, USA, 689 pg.

Incorporación del Académico Correspondiente Dr. Ambrosio R. Bottini

Resumen de Conferencia

FITOHORMONAS ¿Cómo interpretan las plantas las señales del ambiente?

Dr. Ambrosio Rubén Bottini ^a

^a Laboratorio de Bioquímica Vegetal, Instituto de Biología Agrícola de Mendoza (IBAM), Facultad de Ciencias Agrarias, CONICET-Universidad Nacional de Cuyo, (rbottini@fca.uncu.edu.ar)

Algunos organismos en general, y las plantas superiores en particular, por su carácter sésil no tienen más alternativa que enfrentar las condiciones del ambiente ya que no pueden evitar las contingencias del mismo, tal como hacemos los animales. Factores como luz, temperatura, humedad relativa del aire (HR), contenido hídrico del suelo, disponibilidad de nutrientes en el mismo, etc., son señales del cambio en sí mismo o anticipan los cambios por venir.

A modo de ejemplo, observando diversos ambientes veremos que algunos árboles crecen muy alto en busca de la luz solar, mientras que otros lo hacen con una inclinación contraria al sentido de fuertes vientos predominantes.

Otro ejemplo de la respuesta de las plantas al ambiente es la que manifiestan en relación a la radiación electromagnética, ya que esta no sólo actúa como factor trófico en el proceso de fotosíntesis, sino que diversas calidades del espectro luminoso son percibidas por sistemas de pigmentos específicos: los fitocromos en la zona del rojo rojo-lejano, los criptocromos en el azul, y proteínas con residuos de triptófano en el ultravioleta. Además, la percepción del largo del día por parte de algunos vegetales los induce a desarrollar primordios reproductivos. La escasez de agua (o de nutrientes), así como el anegamiento, también actúan como señales a nivel radical. Pero no sólo los factores físicos actúan como señales, sino que diversos componentes bióticos del entorno del individuo también lo son. Va de suyo que las plantas perciben como señales la agresión por parte de patógenos (virus, bacterias, hongos), insectos fitófagos y herbívoros. Del mismo modo, son señales la flora bacteriana del suelo y/o microorganismos endofíticos que integran la interfase suelo-raíz y/o habitan los tejidos vegetales, ya sean de carácter simbiote o de "vida libre", y que no actúan como agentes etiológicos de enfermedades o depredadores, sino como estimuladores del crecimiento.

Una característica bastante frecuente de la percepción de señales del ambiente por parte de los vegetales es que las respuestas pueden ser inductivas (es decir se producen aun cuando el estímulo-señal haya desaparecido) y/o tiene carácter sistémico. Lo que conlleva la sugerencia que la respuesta está mediatizada por algunas sustancias sintetizadas en pequeña cantidad por el metabolismo secundario de algunas células/tejidos que pueden actuar en otras partes de la planta. A estas sustancias les damos el nombre de fitohormonas.

Darwin y Darwin, en 1880, llevaron a cabo experimentos pioneros estudiando la respuesta de coleoptilos de avena a la luz unidireccional. El coleoptilo, una estructura en forma de “capuchón” protector que envuelve y protege el primer par de hojas en la germinación de gramíneas en la fase de emergencia, crece en oscuridad y dicho crecimiento se interrumpe o desvía ante la radiación lumínica proveniente de una fuente lateral. En los experimentos de los Darwin los coleoptiles se curvaban en dirección a la fuente lumínica y esta respuesta desaparecía si se seccionaba el ápice (los primeros 2-3 mm) del órgano, o se lo cubría con un material opaco. Posteriormente, en 1913, Boysen-Jensen encontró que la respuesta se restablecía si el ápice separado se reubicaba mediante un trozo de gelatina, mientras que si la unión se efectuaba mediante una placa de mica (que impedía la difusión de sustancias) esto no ocurría. La conclusión fue que el estímulo lumínico que hacía crecer en forma diferencial las paredes del coleoptilo se propagaba mediante un transmisor químico que se sintetiza en una zona específica y transporta la señal hacia tejidos “blanco”. Es interesante destacar que este concepto de hormona fue tomado luego por la biología animal y desarrollado rápidamente. Sin embargo, en plantas el camino fue algo más tortuoso, en parte porque aquellas no poseen órganos de síntesis específicos (como lo son las glándulas en los mamíferos), y sus células son más “independientes” y autosuficientes lo que involucra el concepto de “totipotencia”.

En 1928, Fritz Went en USA logró aislar de orina de yegua (ya que los riñones de los animales funcionaron como elementos filtrantes/purificadores) una sustancia que estimulaba el crecimiento de los coleoptilos a la que llamó en forma genérica auxina (del griego auxein, crecimiento). A partir de la forma cristalizada de esa sustancia, ya en 1940 se la identificó por cristalografía de rayos X como ácido-3-indol, acético (IAA en su abreviatura inglesa). En forma casi simultánea al descubrimiento de las auxinas en occidente, en Japón, Kurosawa en 1926 utilizó el filtrado de cultivo del hongo *Fusarium moniliforme* (*Gibberella fujikuroi* en su forma sexual) para elicitar el crecimiento de entrenudos de plantas de arroz enano. A la forma purificada del principio activo se la

llamó giberelina, la que fue caracterizada físico-químicamente por espectrometría de masas ya en 1936. Cabe acotar que las giberelinas, que son diterpenos con estructura *ent*-kaureno, constituyen una familia de compuestos numerosa ya que en la actualidad se han identificado al menos 136 formas distintas en plantas, hongos y bacterias. Sin embargo, la mayoría son intermediarios o productos del catabolismo, y sólo unas 4-5 constituyen las formas con actividad biológica comprobada según el estado de oxidación en algunas posiciones estratégicas de los anillos del *ent*-kaureno. Más tarde fueron descubiertas y comprobadas las funciones hormonales sobre diversos parámetros del crecimiento y desarrollo vegetal, de las citocininas, el ácido abscísico (ABA), el etileno, las poliaminas, las estrigolactonas, el ácido jasmónico, el ácido salicílico, las sisteminas y el óxido nítrico. A lo largo de mi carrera científica de poco más de 40 años, mi objeto de estudio lo ha constituido el papel de intermediarios en las respuestas de plantas al ambiente de giberelinas y, más recientemente, del ABA.

La mayoría de la información acerca del papel de las fitohormonas ha sido desarrollada mediante la técnica de “spray and pray”, literalmente “pulverizar y rezar”, es decir mediante aplicaciones de la hormona en estudio (o de inhibidores de su síntesis), a la planta entera u órganos en particular, para la ulterior evaluación de resultados. Asimismo, con el acompañamiento de la genética y el posterior desarrollo de la biología molecular, los procesos mecanísticos de la acción hormonal se fueron dilucidando. Además, la aplicación práctica de hormonas con fines productivos (o aún investigativos) se puede hacer en pulverizaciones directas al follaje, suministrándolas con el agua de riego, o bien de modo indirecto, mediante infestación con microorganismos productores, o por diseño genético/selección de plantas super-productoras, sub-productoras o insensibles al tipo de hormona.

En algunos casos la mejora genética de las plantas con fundamento hormonal precedió al conocimiento básico. Es típico el ejemplo de la “primera revolución verde” ocurrida en los 1960’s con la selección de material de trigo genéticamente enano, que permitió la fertilización con dosis superiores de nitrógeno a la que soportaban las plantas de altura normal. Recién en 2009, Harberg y colaboradores determinaron que los genes *Norin* de trigos japoneses, utilizados para enanizar variedades de la especie, se corresponden con una mutación localizada que disminuye la sensibilidad a giberelinas en los entrenudos de las plantas que resultan más cortos, haciéndolas resistentes al “acamado” como consecuencia de la sobrefertilización. Se trata de genes que en su forma recesiva evitan

la destrucción de proteínas DELLA que a su vez condicionan la respuesta a giberelinas responsables del alargamiento de entrenudos.

En lo que respecta al aporte hormonal por medio de microorganismos productores, mi propia contribución personal comienza en 1989 cuando nuestro grupo publicó por primera vez la producción de las giberelinas A₁, A₃ e iso-A₃, activas en promover el crecimiento vegetal, por parte de cultivos en medio químicamente definido de *Azospirillum* sp., una bacteria endofítica promotora del crecimiento de las plantas. Este descubrimiento, en consonancia con lo publicado al mismo tiempo sobre la producción de IAA en bacterias por investigadores de un grupo de Escocia, tuvo no sólo implicancias productivas sino que también evolutivas. En 1993 informamos además que la inoculación bacteriana tenía el mismo efecto en promover el crecimiento de pelos radicales en plántulas de maíz que el de aplicación directa de GA₃.

Entre los años 1974 a 2002 desarrollé una vasta tarea de investigación en la Universidad Nacional de Río Cuarto como docente de Fisiología Vegetal e investigador CONICET, y en colaboración con investigadores de Canadá e Italia. Durante ese período trabajé en la identificación físico-química y los efectos fisiológicos de giberelinas en diversas especies de cultivo, algo que no voy a relatar ahora por razones de tiempo. Es a partir de mediados de los 1990's que mi actividad más notoria se orientó hacia la elucidación del papel del ABA en la respuesta de las plantas al ambiente adverso, que es lo que voy a relatar ahora de modo sucinto.

El ABA es un sesquiterpeno que las plantas sintetizan en cloroplastos a través de la vía del eritritol 5 fosfato y que tiene reconocidos efectos fisiológicos, siendo el más conspicuo el de promover cierre de estomas, lo que alivia a los tejidos del estrés hídrico. Ha sido identificado tanto en plantas, como en hongos, y aún tejidos de mamíferos. En 2009 nuestro grupo de trabajo informó su producción en bacterias PGPR.

Una de las cosas que llamó nuestra atención desde el principio, especialmente al trabajar con mutantes de *arabidopsis* deficientes en ABA, es que éste parece ser necesario aún en ausencia de estrés hídrico. Es decir, plantas deficientes en ABA creciendo en ambiente de 100% de HR lo hacen mejor si se les aplica la hormona, indicando que su acción excede los alcances de la economía del agua. A partir de estas observaciones y de otros experimentos a campo, reflaté una teoría de investigadores australianos de los 1960's que proponía que, ante un cierre parcial del poro estomático, la fotosíntesis se vería menos afectada que la transpiración, es decir, si se logra cerrar parcialmente los estomas de una planta el consumo de agua será comparativamente menor que la reducción en producción

de materia seca con el consiguiente beneficio productivo. El concepto se completa (y explica) en el sentido que al disminuir la transpiración se ve menos afectada la turgencia celular que, a su vez, es la responsable de la primera etapa del crecimiento por expansión. A su vez, células más turgentes demandan más asimilados, ya que se sabía que la fuerza de los destinos incentiva la asimilación de carbono.

A fines de los 1990 pusimos a prueba esta hipótesis trabajando con aplicaciones de ABA a plantas de yerba mate en macetas y a campo. Los tratamientos con ABA incrementaron el área foliar, el largo de tallos nuevos y el peso seco tanto de hojas como de tallos. Los efectos fueron más notorios en la parte de la canopia que recibía plena luz solar, y disminuían a medida que aumentaba el sombreado en el interior de aquella.

Trabajando luego con trigo en condiciones de cultivo a campo, el ABA aplicado en etapa de macollaje aumentó la materia seca de los tallos en etapa de antesis, diferencia que desapareció a cosecha. Sin embargo, el mayor peso seco de los tallos en antesis se tradujo en una mayor producción de grano determinado por una mayor cantidad de granos por planta, sin que se viera afectado el contenido ni la calidad de proteína. La implicancia fue que el ABA al principio incentivó la acumulación de materia seca en tallos, por sus efectos de mantener una mayor turgencia celular, y luego acrecentó el transporte de esos asimilados al destino final como son las semillas. Resultados similares obtuvimos con experimentos en cultivos de soja.

En el año 2002 me trasladé a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo para hacerme cargo de la Cátedra de Química Orgánica y Biológica y, como es lógico cambié mi objeto de estudio, es decir pasé de las plantas de gran cultivo a la vid y, especialmente, vid para vino tinto de la variedad Malbec. En base a la experiencia aquilatada previamente y a lo referido en la literatura, elaboré la siguiente hipótesis general: como en la vid el estrés tiene efectos deseados como son acumulación de polifenoles y volátiles que hacen al “flavor” del vino, pero también indeseados como baja producción y pérdida de plantas, la sustitución del estrés por la molécula señal, es decir ABA, permite obtener las ventajas sin las desventajas.

El primer experimento consistió en la aplicación de ABA al follaje de plantas de un viñedo de Cabernet Sauvignon, lo que arrojó un incremento de hasta un 80% en la producción de uva respecto del control, con una fuerte correlación con el número de bayas. En concreto, la hormona aumentó la persistencia de la fruta en racimo posiblemente al inhibir la producción de otra hormona, etileno, responsable de la abscisión de órganos. Para corroborarlo repetimos los experimentos con un inhibidor de

etileno, metil ciclo propeno, confirmando los resultados previos. La diferencia fue que en el caso de ABA no se alteró la calidad de la uva, medida como contenido de polifenoles ante la mayor producción, lo que sí ocurrió con la aplicación del inhibidor de etileno, sugiriendo una vez más que los efectos del ABA son múltiples.

Como la realización de experimentos en el campo experimental de la Facultad resultaba complicada en razón de las vacaciones de enero de los operarios de finca, comenzamos a trabajar en colaboración con la firma Catena Zapata, productora y exportadora de vinos, algunos “premium”. Lo primero que interesó fue analizar los efectos de la radiación UV-B, ya que las uvas para vinos de excelencia provienen de viñedos localizados a más de 1300 m sobre el nivel del mar (s.n.m.). Mediante experimentos combinando la filtración de radiación UV-B con la aplicación de ABA en viñedos “de altura”, es decir ubicados en Gualtallary (Valle de Uco) a 1450 m s.n.m., pudimos dilucidar que la UV-B, en la mayoría de los casos mediatizada por ABA, promovía la aparición de compuestos fenólicos que filtran la radiación, de carotenos que disipan energía, de un complejo de enzimas antioxidantes que capturan especies reactivas de oxígeno y de esteroides que protegen las membranas. Todo ello como respuesta biológica de defensa ante el estrés. Algunas de estas respuestas tienen efecto sobre la calidad de la baya que se evidencia luego en el proceso de vinificación.

También (como en el caso de las giberelinas) encontramos que ABA podía ser aplicado indirectamente por bacterias promotoras del crecimiento previamente aisladas de raíces de vid, lo que demoró la desecación de hojas de plantas cultivadas in vitro. Esto se correlacionó con un aumento de hasta 40 veces en el contenido foliar de ABA en las plantas inoculadas, que era sintetizado por las bacterias endofíticas y/o por la planta ante el estímulo bacteriano.

Ya en trigo y soja habíamos estudiado el efecto promotor del transporte de asimilados por parte de ABA, y nos abocamos a verificarlo in vitro. Para eso realizamos experimentos en macetas donde verificamos que ABA promovió el transporte de asimilados hacia destinos de sobrevivencia, es decir raíces y bayas. Mediante análisis morfológico y molecular, encontramos que ABA promovió un aumento en el área de vasos (ya sea xilema como floema), a la vez que aumentó la expresión de genes para la síntesis de proteínas de transporte de azúcares, tanto a nivel de membrana plasmática como vacuolar. Finalmente, ABA intermedió en el incremento de terpenos volátiles provocado por UV-B.

En resumen, ABA estimula el crecimiento vegetativo ante condiciones de estrés hídrico en yerba mate, promueve la producción y transporte de asimilados en trigo, soja

y vid, incrementa la producción al promover persistencia de frutos en vid, estimula un sistema de defensa celular ante UV-B en vid (mediante filtración, disipación de energía, enzimas antioxidantes, captos de especies reactivas de oxígeno y esteroides estructurales), y aumenta polifenoles y terpenos en hollejos de bayas de vid.

Muchas gracias.

Palabras clave: Fitohormonas, giberelinas, ácido abscísico

Keywords: Phytohormones, gibberellins, abscisic acid

Incorporación de la Académica de Número Dra. Ana María Sadir

Conferencia

Nueva generación de vacunas

A. M. Sadir^{a, b, c}

^a Instituto de Virología, Centro de Investigaciones en Ciencias Veterinarias (CICV), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Castelar, CC77, 1708 Morón, Argentina

^b Universidad del Salvador, Buenos Aires, Argentina

^c CONICET, Buenos Aires, Argentina

INTRODUCCIÓN

La inmunización activa, que por lo general se refiere a la administración de una vacuna que puede inducir una respuesta inmune protectora, puede lograr una protección de larga duración frente a los agentes infecciosos.

La duración de la protección está influida por muchos factores del hospedador, incluyendo entre ellos la edad, la competencia inmunitaria y la presencia de anticuerpos maternos en la circulación del animal.

El tipo y la duración de la respuesta inmune también dependen de muchos atributos de la propia vacuna.

La duración de la protección lograda con las vacunas inactivadas suele ser más corta que la inducida por vacunas vivas modificadas.

Cuando resulta posible, eficaz y segura, la vacunación es uno de los métodos más eficaces en *relación* con su coste para controlar las enfermedades infecciosas no sólo de los animales de compañía sino también de los de abasto. Algunas enfermedades infecciosas que poseen reservorios silvestres, como la rabia, también se pueden controlar en algunas especies animales mediante la vacunación. Por lo tanto, las ventajas de la vacunación no se limitan a reducir la morbilidad y la mortalidad en los animales vacunados, ya que la transmisión de enfermedades zoonóticas como las rabias se pueden aminorar en la especie humana de manera sustancial mediante la vacunación de perros y gatos. Aunque muchas de las vacunas actualmente comercializadas para uso animal se producen siguiendo métodos convencionales, la llegada de la biotecnología ha supuesto una oportunidad para desarrollar vacunas con una eficacia mejorada y una mayor seguridad. Las vacunas inactivadas suelen contener muchas sustancias antigénicas irrelevantes, algunas de las cuales poseen una actividad biológica no deseada. Las vacunas vivas atenuadas pueden producir reacciones adversas, incluyendo la inmunosupresión. A pesar de esas limitaciones, las vacunas convencionales seguirán siendo empleadas hasta que sean

reemplazadas por vacunas vivas de subunidades o producidas mediante ingeniería genética más eficaces y seguras.

Nuestro equipo de trabajo llevo adelante el desarrollo de una vacuna contra Herpesvirus Bovino, que permite diferenciar vacunados de infectados, conteniendo como antígeno Herpesvirus Recombinante el cual portaba la delección completa del gen que codifica proteína viral gE y su reemplazo por la proteína β -galactosidasa (BoHV1 Δ gE β gal).

Este desarrollo admite la formulación de vacunas, utilizando tanto el virus recombinante inactivado como sin inactivar, debido a que la delección del gen de gE provoca en el virus BoHV1 Δ gE β gal, una gran atenuación de su patogenicidad en bovinos.

METODOLOGÍA

Una vez obtenida la cepa recombinante BoHV1 Δ gE β gal se evaluó la capacidad inmunogénica y protectiva inmunizando bovinos con la cepa recombinante formulada como vacuna inactivada o viva atenuada.

A. Vacuna inactivada

Se utilizaron 16 bovinos Hereford x Angus y Holando de 8 a 12 meses de edad, separados en dos grupos de vacunados inmunizados con 3 ml por vía subcutánea: vacuna BoHV1 Δ gE β gal inactivada adyuvante oleoso (IBoHV1 Δ gE β gal, n=5); vacuna BoHV1 inactivada con adyuvante oleoso (IBoHV1; n=5) y un grupo control sin vacunación (n=6). Al momento de la vacunación todos los bovinos fueron seronegativos a BoHV1 (evaluados por seroneutralización y ELISA), se los revacunó a los 21 días post vacunación (dpv) y se desafiaron con el virus infeccioso BoHV1 LA ($10^{7.5}$ DICT₅₀/ml) a los 186 dpv. Todos los experimentos se realizaron siguiendo las recomendaciones de las Guías Internacionales de Cuidado y Uso Animal. El desafío se realizó en boxes de NBS 2 con aire filtrado y presión negativa. Los bovinos fueron sangrados a distintos tiempos, con heparina para ensayos de linfoproliferación y sin heparina para serología. A su vez se tomaron muestras de secreciones nasales a distintos días posdesafío (dpd) y tituladas en células MDBK.

B. Vacuna viva atenuada

Se utilizaron 25 bovinos (12 a 18 meses) seronegativos a BoHV1. Se trabajó con 3 grupos de vacunados inmunizados con 4 ml ($10^{8.25}$ DICT₅₀% ml) de la vacuna viva atenuada:

por vía intranasal (LBoHV1 Δ gE β gal in); por vía intramuscular (LBoHV1 Δ gE β gal im) y por vía intravenosa (LBoHV1 Δ gE β gal iv). En el grupo LBoHV1 Δ gE β gal iv, se utilizaron hembras preñadas para evaluar la seguridad de la vacuna viva en cuanto a transmisión vertical. Un grupo fue usado como centinela y no recibió vacuna ni desafío y otro como grupo control de desafío (sin vacunación). Para evaluar seguridad en cuanto a transmisión horizontal a los 3 días de que los animales fueron vacunados se pusieron en contacto con los centinelas. Los signos clínicos y excreción viral fueron controlados durante 42 dpv. Los grupos vacunados con LBoHV1 Δ gE β gal in, im y los controles fueron desafiados por aerosol con 4 ml de BoHV1 salvaje ($10^{7.5}$ DICT_{50/ml}) a los 42 dpv. Se tomaron muestras de sangre e hisopados nasales a distintos dpv y dpd. El grupo LBoHV1 Δ gE β gal iv de hembras preñadas, no fue desafiado. Los niveles de excreción viral se evaluaron como log₁₀ DICT_{50/ml} de fluido nasal. Los bovinos fueron examinados clínicamente y los parámetros evaluados incluyeron anorexia, temperatura corporal, conjuntivitis, rinitis y vulvovaginitis. La escala para el estatus de rinitis fue (0=ausencia; 1=serosa leve; 2=serosa severa; 3= seromucosa y 4=mucopurulenta).

Evaluación de seguridad de la vacuna viva atenuada en cuanto a transmisión vertical

Como se mencionó anteriormente en el grupo LBoHV1 Δ gE β gal iv, se seleccionaron 5 vacas preñadas (cursando entre el tercer y sexto mes de gestación) e inoculadas por vía iv con la vacuna viva atenuada. Las vacas fueron evaluadas tanto clínicamente como inmunológicamente durante un período de 42 días junto a los demás grupos experimentales. Durante la experiencia de desafío este grupo no fue expuesto al virus parental BoHV1 salvaje, pero siguieron siendo evaluadas hasta los 370 días post-vacunación incluyendo sus correspondientes pariciones.

RESULTADOS

Se desarrolló un nuevo virus recombinante BoHV1 Δ gE β gal

Con el objeto de desarrollar el virus recombinante se realizó un ensayo de recombinación homóloga entre el DNA del virus BoHV1 salvaje y un plásmido de recombinación que contiene las secuencias homólogas flanqueantes al gen gE y el gen marcador de la β galactosidasa. Se procedió a la generación de los fragmentos homólogos por amplificación por PCR y a clonados sucesivos en diferentes construcciones de manera

tal que se arribó al vector PuLR β gal. Una vez confirmada la estructura del clon PucLR- β gal se utilizó en los ensayos de co-transfección. La selección primaria de clones recombinantes se realizó macroscópicamente mediante un ensayo de revelado de la expresión de la enzima β -galactosidasa, en monocapas de células inoculadas con el producto de la co-transfección. Luego se obtuvieron focos aislados que permitieron seleccionar clones virales individuales. Para la purificación del virus recombinante putativo, se sometió el clon a cinco pasajes sucesivos bajo medio semisólido, en condiciones de revelado de la enzima β -gal. Se corroboró la delección de gE en el virus BoHV1 Δ gE β gal por PCR utilizando primers específicos a gE, utilizando DNA del clon de BoHV1 Δ gE β gal seleccionado y BoHV1 como control. También se realizó la caracterización genética del recombinante BoHV1 Δ gE β gal por Southern Blot digiriendo el genoma viral con la enzima HindIII y enfrentando los fragmentos a sondas marcadas con 32 S de las regiones gE, L, y R en tres ensayos independientes respectivamente, confirmando que solo las sondas L y R hibridizaron tanto con el genoma del virus BoHV1 como con BoHV Δ gE β gal y, como era de esperar, la sonda E solo hibridizó con el genoma BoHV1 parental, esto permitió confirmar en el “clon a” de BoHV1 Δ gE β gal la ausencia de secuencias codificantes para la gE y que las secuencias flanqueantes L y R permanecieron intactas. Con el objeto de analizar la ausencia de la proteína gE en el “clon a” de BoHV1 Δ gE β gal, se procedió a su detección en un ensayo de Western blot a través del uso de anticuerpos monoclonales anti gD y gE incubados tanto con el perfil de proteínas de BoHV1 Δ gE β gal como de BoHV1 LA. El anticuerpo anti gD reaccionó con ambos virus, sin embargo el anticuerpo monoclonal específico para gE no reaccionó con ninguna de las proteínas de la cepa viral recombinante BoHV1 Δ gE β gal (clon a), mientras que sí lo hizo con la proteína en la cepa BoHV1 LA parental. Esto indica que la cepa viral recombinante no sintetiza la gE, confirmando lo observado a nivel genético.

Caracterización de la habilidad replicativa del clon BoHV1 Δ gE β gal

A fines de conocer la viabilidad y la eficiencia replicativa de la cepa BoHV1 Δ gE β gal, se realizó un ensayo de cinética de crecimiento en múltiples pasos en monocapas de células MDBK, en donde se comparó durante 60 horas el comportamiento replicativo en cultivos celulares del clon purificado BoHV1 Δ gE β gal y la cepa BoHV1 parental. Los resultados obtenidos al cosechar y titular cada 6 horas los productos virales de ambos virus reflejaron un crecimiento en cultivo de tejidos de la cepa

BoHV1 Δ gE β gal similar al descripto para la cepa BoHV1 parental. Se detectaron títulos superiores a 10^7 DICT₅₀/ml desde las 18 hs post-infección y se mantuvieron hasta el final del ensayo. Por ello la cepa BoHV1 Δ gE β gal resultó una buena candidata para su amplificación en escala y su utilización en la formulación de una vacuna inactivada y también su utilización directa como vacuna viva.

Caracterización inmunogénica de la cepa viral BoHV1 Δ gE β gal.

La cepa BoHV1 Δ gE β gal utilizada tanto como vacuna inactivada o como viva atenuada resultó inmunogénica y protectora

Con el objeto de evaluar la integridad de la cepa BoHV1 Δ gE β gal desde el punto de vista inmunogénico se inmunizaron dos grupos de bovinos con vacuna inactivada usando las cepas recombinante BoHV1 Δ gE β gal (IBoHV1 Δ gE β gal) y parental BoHV1 LA (IBoHV1LA) y 3 grupos con vacuna viva atenuada por vía im, iv e in (LBoHV1 Δ gE β gal im, LBoHV1 Δ gE β gal iv, LBoHV1 Δ gE β gal in). La inducción de respuesta humoral se evaluó por el test de ELISA y seroneutralización según lo descripto previamente (Parreño 2010; Romera 2000). En todos los animales vacunados se detectaron niveles de anticuerpos a partir de los 19 días post-vacunación llegando a títulos seroneutralizantes de 4 (expresados en log 10) a los 30 dpv en ambos grupos de vacunados con vacuna inactivada y alrededor de 2 en los vacunados con vacuna viva atenuada (im e iv). Los anticuerpos neutralizantes comenzaron a detectarse a los 30 dpv con títulos alrededor de 2 (expresados en log 10) para los vacunados con vacuna inactivada y, si bien en los vacunados con vacuna viva atenuada se detectaron antes, éstos alcanzaron niveles de alrededor de 1,5. Al momento del desafío los vacunados con vacunas inactivadas presentaron títulos en promedio de anticuerpos totales de 2,7 y de 2 para los vacunados con vacuna viva atenuada. No se registraron anticuerpos neutralizantes en el grupo vacunados por vía intranasal, ni en no vacunados y centinelas en el período postvacunación. Los niveles de anticuerpos totales y neutralizantes inducidos por la vacuna marcadora inactivada IBoHV1 Δ gE β gal no difieren significativamente de los inducidos por la vacuna IBoHV1 LA convencional.

Los niveles de inmunidad celular específica a los 7 dpv evaluados en término de activación de linfocitos T por el ensayo de linfoproliferación y por secreción de interferón (IFN- γ) fueron significativamente mayores en los animales vacunados con vacuna viva

(100%, 60% y 25% de animales positivos en los grupos in, im e iv respectivamente) que los vacunados con vacuna inactivada.

La vacuna BoHV1 Δ gE β gal es protectora frente al desafío viral con la cepa salvaje BoHV1 LA

La excreción viral en el grupo de no vacunados fue de 12 días y tuvo un máximo de excreción viral a los 8dpd con un título de 6.1 DICT50%/ml y descarga serosa severa a mucosa durante dos semanas aproximadamente. Los títulos virales excretados por los animales vacunados fueron por un período máximo de 10 días y significativamente menores en todo el período que los controles sin vacunar desafiados (2 logaritmos menos) y, en el día pico, la diferencia fue de 4 logaritmos menos respecto de los controles. Todos los animales vacunados con la cepa marcadora BoHV1 Δ gE β gal presentaron síntomas clínicos y rinitis significativamente menor que los controles de desafío. Los vacunados con vacuna inactivada presentaron rinitis serosa leve a severa mientras que los vacunados con la vacuna atenuada tuvieron ausencia de rinitis o serosa leve.

La vacuna BoHV1 Δ gE β gal es eficaz como vacuna marcadora

Para la evaluación de anticuerpos específicos contra gE se utilizó el ELISA Herdchek (IDEXX, Bélgica).

Solo los animales vacunados con BoHV1 tuvieron anticuerpos contra gE durante todo el periodo de estudio a diferencia de los vacunados con BoHV1 Δ gE β gal en los que se detectaron solo a partir de los 14 días post desafío en que se los enfrentó con el virus salvaje.

La cepa BoHV1 Δ gE β gal es atenuada

El virus vivo modificado BoHV1 Δ gE β gal mostró una alta atenuación ya que, luego de la vacunación, los 15 animales que recibieron la vacuna viva exhibieron solo signos clínicos leves de infección (ausencia de rinitis o rinitis serosa) como único signo de enfermedad. Adicionalmente, no se detectó virus infeccioso en las secreciones nasales de los animales vacunados con BoHV1 Δ gE β gal, independientemente de la ruta de inoculación.

La vacuna BoHV1 Δ gE β gal atenuada es segura en cuanto a capacidad abortigénica y transmisibilidad de la infección por la cepa vacunal.

Para determinar la seguridad de la vacuna atenuada en cuanto a su abortigenicidad, se inocularon por vía intravenosa 5 hembras que cursaban el último tercio de la gestación. Todas las hembras tuvieron pariciones normales, con terneros sanos. Éstos presentaron títulos de anticuerpos contra BoHV1 de 1.6 al noveno día de vida indicando la absorción de inmunoglobulinas específicas desde el calostro materno. Aunque la vía IV podría considerarse la más agresiva, BoHV1 Δ gE β gal demostró ser inocuo, no causando efectos adversos ni malformaciones o momificaciones. Las vacas preñadas que se mantuvieron vacunadas, pero sin desafiar para evaluar la seguridad de la vacuna en la preñez, tuvieron TN de anticuerpos contra BoHV1 de 1.6 hasta los 370 dpv, demostrando que la vacuna atenuada administrada por vía iv induce una larga inmunidad.

En cuanto a la transmisibilidad horizontal de la cepa, no se detectó virus infeccioso en las secreciones nasales de animales que actuaron como controles no vacunados y centinelas desde el tercer día post inoculación, a lo largo del período post-vacunal.

CONCLUSIONES

- Se desarrolló en Argentina una nueva cepa de BoHV1 deleteada en la glicoproteína E portando la enzima β galactosidasa como gen marcador (BoHV1 Δ gE β gal).
- La cepa BoHV1 Δ gE β gal podría ser amplificada a nivel industrial ya que presentó una cinética de crecimiento similar a la que presenta la cepa BoHV1 LA salvaje en cultivo de tejidos.
- La inmunogenicidad de la cepa BoHV1 Δ gE β gal se mantuvo intacta, comparada con la cepa parental, cuando se la utilizó como un inmunógeno inactivado induciendo niveles de respuesta inmune y protección comparables a los inducidos por la vacuna BoHV1 LA convencional actualmente en uso.
- El virus BoHV1 Δ gE β gal podría ser utilizado además como vacuna atenuada ya que indujo una buena respuesta inmune específica tanto humoral como celular que resultó protectora frente al desafío viral, independientemente de la vía de inoculación.
- La cepa BoHV1 Δ gE β gal viva atenuada es segura ya que se comprobó que, en las condiciones experimentales no hubo transmisión por contacto a animales vírgenes, ni fue abortigénica.
- La vacuna BoHV1 Δ gE β gal es eficaz como una vacuna marcadora ya que, en base a la respuesta de anticuerpos inducidos en los bovinos vacunados con BoHV1 Δ gE β gal se

pudo diferenciar fácilmente tanto de los animales vacunados con BoHV1 como de los bovinos sin vacunar y de los desafiados con BoHV 1.

Este nuevo desarrollo permite contar con una valiosa herramienta para iniciar futuros programas de control e y erradicación en nuestro país.

Este trabajo fue publicado en BMC Veterinary Research 2014, (1) 10:8.

Palabras clave: BoHV-1ΔgEβgal, vacuna marcadora contra BoHV1, vacuna inactivada, vacuna viva atenuada, bovinos

Keywords: BoHV-1ΔgEβgal, BoHV-1 marker vaccine, Inactivated/live attenuated vaccine, Bovines.

BIBLIOGRAFÍA

- Jones, C. & Chowdhury, S., 2007: A review of the biology of bovine herpesvirus type 1 (BHV-1), its role as a cofactor in the bovine respiratory disease complex and development of improved vaccines. *Animal Health Research Reviews / Conference of Research Workers in Animal Diseases*, 8(2):187-205.
- Ellis, J.A., 2009: Update on viral pathogenesis in BRD. *Animal health research reviews / Conference of Research Workers in Animal Diseases*, 10(2):149-153.
- Odeón, A.C., Spath, E.J.A., Paloma, E.J., Leunda, M.R., Fernandez Sainz, I.J., Perez, S.E., Kaiser, G.G., Draghi, M.G., Cetrá, B.M., Cano, A., 2001: Seroprevalencia de la diarrea viral bovina, herpesvirus bovino y virus sincicial respiratorio en Argentina. *Revista de Medicina Veterinaria (Argentina)*, 82: 216–220.
- Campos, F.C., Franco, A.C., Humber, S.O., Oliveira, M.T., Silva, A.D., Esteves, P.A., Roehem, M.P. and Rijsewijk, F.A., 2009: High prevalence of co-infections with bovine herpesvirus 1 y 5 found in cattle in Southern Brazil. *Veterinary Microbiology*, 139: 67-73.
- Van Oirschot, J.T., Kaashoek, M.J., and Rijsewijk, F.A., 1996: Advances in the development and evaluation of bovine herpesvirus 1 vaccines. *Veterinary Microbiology*, 53(1-2):43-54.
- Muylkens, B., Meurens, F., Schynts, F., Farnir, F., Pourchet, A., Bardiau, M., Gogev. S., Thiry, J., Cuisenaire, A., Vanderplasschen, A., 2006: Intraspecific bovine herpesvirus 1 recombinants carrying glycoprotein E deletion as a vaccine marker are virulent in cattle. *The Journal of General Virology*, 87(Pt 8):2149-2154.
- Parreño, V., Romera, S.A., Makek, L., Rodriguez, D., Malacari, D., Maidana, S., Compaired, D., Combessies, G., Vena. M.M., Garaicoechea, L., 2010. Validation of an indirect ELISA to detect antibodies against BoHV-1 in bovine and guinea-pig serum samples using ISO/IEC 17025 standards. *Journal of Virological Methods*, 169(1):143-153.
- Romera, S.A., Hilgers, L.A., Puntel, M., Zamorano, P.I., Alcon, V.L., Dus Santos, M.J., Blanco Viera, J., Borca, M.V., Sadir, A.M., 2000: Adjuvant effects of sulfolipo-cyclodextrin in a squalane-in-water and water-in-mineral oil emulsions for BHV-1 vaccines in cattle. *Vaccine*, 19(1):132-141.

Incorporación del Académico de Número Dr. Rodolfo Bellinzoni

Palabras del Dr. Bellinzoni con motivo de su incorporación como Académico de
Número

Semblanza del Ing. Agr. Alberto de las Carreras

Elegí ocupar el sitio del Sr. Alberto de las Carreras, Ingeniero Agrónomo de la UBA, con una prolífica actividad en el área relacionada a la economía agropecuaria, muy involucrado al comercio internacional de carnes y a los impactos que en éste tienen diversos factores, entre ellos la fiebre aftosa, algo con lo que en mi carrera he estado muy involucrado. De hecho, hoy haré una breve presentación del rol que cumplimos desde la industria veterinaria en el control y la erradicación de esta enfermedad.

El Ing. De las Carreras ha sido presidente de la Asociación de la Industria Argentina de Carnes, ha estado como presidente de la Oficina Internacional de la Carne en París, ha sido director de la COPAL, fundador y secretario de la Cámara de Comercio Argentino-China, algo que también me toca de cerca, ya que estoy involucrado a través de Biogénesis Bagó en un JV para producir vacuna antiaftosa en China.

Ha sido director de empresas agrícolas y de servicios. También se ha desempeñado como editorialista del diario La Nación y columnista de diversos periódicos. En la actividad pública fue Subsecretario de Comercio de la Nación y Secretario de Comercio en la década del 80. He tenido el atrevimiento de pedir ocupar su sitio y voy a tratar de corresponder con los valores y los aportes que él ha hecho en su momento.

Dr. Rodolfo Bellinzoni

Incorporación del Académico de Número Dr. Rodolfo Bellinzoni

Resumen ejecutivo de la presentación del Dr. Rodolfo Bellinzoni en el acto de su incorporación como Académico de Número de la ANAV

Rol de la Industria Veterinaria en el control y erradicación de la Fiebre Aftosa a nivel global

Dr. Rodolfo Bellinzoni ^a

^a Director de Operaciones de Biogénesis Bagó

El propósito de esta presentación es el de la evaluación del impacto mundial de una de las “enfermedades animales más contagiosas y de mayor impacto productivo y económico en la industria agropecuaria”, la Fiebre Aftosa.

Se describen los estatus sanitarios aceptados oficialmente por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), remarcando que el “*el estatus de libre de Aftosa con vacunación, está siendo cada vez más aceptado y reconocido por los organismos nacionales e internacionales, ya que se han demostrado ampliamente los beneficios de la vacunación sobre el riesgo de reaparición de la enfermedad*”. En esta presentación se introduce el concepto de “**Vacunación para la vida**” (*vaccination to live*), que está desplazando en muchos países el concepto de “**sacrificio sanitario**” (*stamping out only*), que significa eliminación de animales en gran escala en rodeos afectados.

Tras hacer un recorrido histórico sobre los brotes registrados en diferentes partes del mundo, se puede remarcar la necesidad de no olvidar las lecciones aprendidas en Argentina cuando en 1999 se decidió suspender la vacunación. “*El rebrote registrado en 2000- 2001 ocasionó pérdidas de 2 mil millones de dólares, obligó a establecer un costoso plan de emergencia, con la implementación de dos campañas de vacunación en un mismo año para un rodeo de, en ese entonces, 60 millones de cabezas. Esto hizo posible controlar el brote en 11 meses y restablecer el estatus de libre con vacunación en el año 2003. Este logro fue posible porque en la Argentina el laboratorio Biogénesis Bagó mantuvo su planta operativa y se pudieron elaborar, con mucho esfuerzo para el laboratorio y el país, 120 millones de dosis para responder a la emergencia*”.

Es necesario tener en cuenta y evaluar los riesgos, y todo lo que implica poner en marcha un plan de control de emergencia, cuando se discute la posibilidad de volver a establecer

en el país el estatus de libre sin vacunación. Hay que remarcar la presencia de un brote registrado este año en Colombia, lo que obliga a mantener la vigilancia en la región con casi 500 millones de animales susceptibles a la Fiebre Aftosa. “*Los bancos de antígenos y vacunas hoy existentes a nivel global no son suficientes para atender brotes que se extiendan en zonas libres sin vacunación*”. En Estados Unidos se calcula que un brote de la enfermedad en su país ocasionaría pérdidas de 200 mil millones de dólares.

Palabras clave: Virus de la Fiebre Aftosa, vacunación antiaftosa, estatus libre de Aftosa.

Keywords: Foot-and-mouth disease virus (FMDV), FMD vaccination, FMD-free status

Incorporación de la Académica Correspondiente Ph.D. Edith Taleisnik

Conferencia

La salinidad. Una oscura amenaza para la agricultura

E. Taleisnik ^{a, b, c}

^a Investigadora Principal, CONICET

^b Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales (IFRGV) "Ing. Agr. Victorio Trippi", Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

^c Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica de Córdoba

El presente escrito es una síntesis de la conferencia con la que fui incorporada a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria en abril del 2017. En consecuencia, la bibliografía abarca principalmente hasta fines de 2016, aunque algunas citas son más recientes. Contiene muchos elementos del capítulo que escribimos Andrés Rodríguez y yo (Taleisnik y Rodríguez, 2017) en el libro "Ambientes salinos y alcalinos de la Argentina. Recursos y aprovechamiento productivo" (Taleisnik y Lavado 2017).

LA SAL Y LOS AMBIENTES SALINOS

Los ambientes salinos, por su belleza despojada e imponente, por sus silencios, por sus inconmensurables extensiones policromas, por su flora pertinaz, cautivan a quienes los transitan, a quienes interactúan con ellos. Pablo Neruda, el gran poeta chileno, rindió homenaje a estos ambientes con el estremecedor poema "Oda a la Sal" referido al Salar de Atacama, en Antofagasta.

La sal ha jugado un papel fundamental en el desarrollo de la civilización. La palabra salario proviene de la latina "salarium" que indicaba pagos hechos con o para sal. La sal se utilizaba antiguamente para la preservación de alimentos, y fue una tecnología de apoyo esencial para los viajes transmarinos que derivaron en la exploración del planeta, la reafirmación de su esfericidad, y en la ampliación de la frontera que ocurrió en el siglo XV. Estos aspectos se refieren el "lado claro" de la sal.

El "lado oscuro" se refiere a los excesos de sales solubles en los suelos y sus efectos sobre los cultivos, ya que, invariablemente, su rendimiento y calidad se ven afectados negativamente en ambientes salinos. Estos efectos se conocen desde tiempos inmemoriales. Se presume, por ejemplo, que el ocaso de la civilización sumeria en la

Mesopotamia, ocurrido entre unos 2100 y 1700 años antes de la era actual, fue ocasionado en parte por la salinización de suelos agrícolas, donde el trigo, cultivo muy susceptible a esta condición, fue gradualmente reemplazado por la cebada, de mayor tolerancia a la salinidad (Jacobsen and Adams, 1958).

LOS SUELOS AFECTADOS POR SALINIDAD Y ALCALINIDAD EN EL MUNDO Y EN LA ARGENTINA. MEDIDA DE LA SALINIDAD EN SUELOS

La salinidad y alcalinidad de suelos están entre las más perniciosas de las condiciones que afectan adversamente el crecimiento y rendimiento de las plantas. Informes recientes (FAO, 2015) indican que, a nivel mundial, más de 412 millones de has están afectadas por salinidad, y 618 millones por sodicidad. Argentina se cuenta entre los países más afectados por salinidad y alcalinidad en el mundo (Lavado, 2008), junto con Ucrania, Rusia, China, EEUU, Canadá, Sud África, y Australia. La presencia de suelos salinos en la Argentina ocurre en muy diversos ambientes y su origen es tanto natural, como inducido por actividades antrópicas, principalmente productivas, como la agricultura, la aplicación de riego, la sustitución de praderas por cultivos, el manejo forestal, etc. (Taleisnik y Lavado, 2017). Estos ambientes abarcan desde mallines en la Patagonia a salitrales en las provincias del Noreste. Incluyen tanto suelos áridos y semiáridos no irrigados, muy salinos, con vegetación adaptada, como ambientes bajo riego y con agricultura intensiva. También se encuentran grandes extensiones salinas en hábitats húmedos, donde predominan suelos sódicos. Se estima que la salinidad afecta al menos 20 millones de hectáreas en la llanura pampeana; 1,7 millones en los Bajos Submeridionales de Santa Fe, unos 5,5 millones en la llanura Chaco-Pampeana que abarca parte de Santiago del Estero, Córdoba, y Tucumán, lo cual, en total, suma unos 26 millones de hectáreas en nuestro país.

¿De qué hablamos al decir "salinidad" en suelos? Como medida indirecta de la salinidad en soluciones se utiliza su conductividad eléctrica (CE), que es proporcional a la concentración de iones presentes en la solución. Se dice que un suelo es salino cuando la CE llega a 4 dSm^{-1} (deci Siemens por metro), aproximadamente equivalente a 40 mM (milimolar) de cloruro de sodio (United States Regional Laboratory, 1954), y eso es menos de un 10% de la concentración salina del agua de mar. Sin embargo, una definición más funcional indica que "salinidad en suelos" es la acumulación de sales hidrosolubles en las capas superficiales de suelo a niveles tales que impactan negativamente en la

producción agrícola, la calidad del ambiente y el bienestar económico de la población. En los suelos salinos la CE del extracto a saturación es alta y el porcentaje de sodio intercambiable <15 , mientras que en los suelos alcalinos no salinos, este porcentaje es >15 , y la CE es baja; un subgrupo dentro de estos, los sódico salinos, tienen alto nivel de carbonato de sodio en solución y por ende alta CE. Los suelos alcalinos suelen poseer bajo contenido de materia orgánica, altos contenidos de limo, estructura masiva y de fácil dispersión y pobre estabilidad estructural. Como consecuencia, presentan compactaciones y costras superficiales, baja permeabilidad, poca aireación, restringida oportunidad de laboreo y condiciones adversas para el desarrollo radical. Las principales limitaciones nutricionales de los suelos sódicos incluyen toxicidad por Na y B, deficiencias de Zn, Fe, Cu y P, cuya solubilidad disminuye a pH alcalino y en menor medida, deficiencias Ca, K y Mg (Marschner, 1995).

INFORMACIÓN DISPONIBLE SOBRE LOS EFECTOS DE LA SALINIDAD Y ALCALINIDAD EN PLANTAS.

Los suelos salinos y alcalinos imponen severas limitaciones para la implantación y crecimiento de cultivos. En los salinos, derivan del exceso de iones potencialmente tóxicos, como Na^+ , Cl^- y SO_4^{2-} que conducen a mermas en la disponibilidad hídrica y a desbalances iónicos. En el caso particular de los suelos alcalinos, el crecimiento de las plantas se ve afectado negativamente por factores multifacéticos e interconectados que derivan de sus características físicas que conducen a disminuciones en la disponibilidad de agua y oxígeno, y fisiológicas, referidas a desbalances nutricionales. El aprovechamiento sostenible de las áreas consideradas marginales para la agricultura a causa de restricciones edáficas (salinidad y alcalinidad) y climáticas requiere de cultivos adaptados a esas condiciones y ha motorizado la investigación acerca de los mecanismos de tolerancia a estos estreses.

Desde la segunda mitad del siglo XX, la investigación sobre las causas fisiológicas y moleculares que subyacen a las respuestas de las plantas cultivadas bajo condiciones de salinidad fue muy activa (Flowers, 2004). El reconocimiento de que las plantas halófilas o naturales de lugares salinos, cuentan evidentemente con mecanismos de adaptación a tales condiciones, promovió una corriente de investigación sobre los mismos, cuyos resultados fueron resumidos en el trabajo de Flowers *et al.*, (1977) y actualizados en

numerosas revisiones más recientes, entre ellas Flowers and Colmer, (2008, 2015), Rozema and Schat, (2013), Nikalje *et al.*, (2018).

Si bien existen revisiones más antiguas sobre las respuestas de plantas no halófilas a la salinidad (por ejemplo, Bernstein y Hayward, (1958), las bases conceptuales del tema fueron resumidas en el trabajo seminal de Greenway and Munns, (1980), que aún sigue teniendo vigencia: el estrés salino impone a las plantas limitaciones hídricas y iónicas, y estas últimas, a su vez, pueden ocasionar desbalances nutricionales y toxicidad. Las limitaciones hídricas de la salinidad se manifiestan *per se* en las primeras etapas de la exposición al estrés salino, cuando la planta aún no ha captado el exceso de iones del sustrato pero disminuye significativamente su capacidad de captación de agua (Munns, 1993). Más adelante, los efectos hídricos conviven con los efectos iónicos, producto del incremento de la concentración interna de los iones que se encuentran en exceso en sustratos salinos, tales como Na^+ y Cl^- . Al desarrollo de la revisión de Greenway and Munns, (1980) contribuyó de manera fundamental el conocimiento proveniente de estudios *in vitro* que indicaban que altas concentraciones salinas afectaban con magnitudes similares la actividad de enzimas citosólicas provenientes tanto de plantas halófilas como no halófilas (Greenway and Osmond, 1972), y mucho más severamente que concentraciones semejantes de solutos orgánicos. Altas concentraciones internas de tales iones pueden resultar en: alteraciones en la acumulación de elementos esenciales tales como K^+ (Wu *et al.*, 2015), Ca^{++} (Läuchli *et al.*, 2004) y N o en desbalances hídricos a nivel celular generados por la acumulación de sales en diversos compartimentos, entre ellos el apoplasto (Oertli, 1968). Las alteraciones metabólicas que generan especies activas de oxígeno en exceso son una consecuencia secundaria de las alteraciones tanto hídricas como iónicas

Según este esquema, los aspectos centrales de la adaptación al estrés salino son la restricción del acceso de iones potencialmente tóxicos, principalmente Na^+ y Cl^- a los sitios de activo metabolismo, tanto a nivel de órgano (Davenport *et al.*, 2005), como subcelularmente (Tester and Davenport, 2003), el balance hídrico otorgado por solutos orgánicos e inorgánicos (Zhang *et al.*, 1999), el mantenimiento de concentraciones intracelulares de nutrientes esenciales adecuadas para el normal metabolismo (Wu *et al.*, 2015) y los mecanismos de detoxificación de especies reactivas del oxígeno. En el establecimiento de estas respuestas intervienen complejas redes de señalización y de

regulación de expresión génica, cuyos componentes y función están siendo identificados (Hasegawa *et al.*, 2000; Park *et al.*, 2016).

En este marco conceptual, los mecanismos que contribuirían a la tolerancia a la salinidad son de tres tipos (Rajendran *et al.*, 2009, Roy *et al.*, 2014), aunque pueden actuar concurrentemente, ya que no son excluyentes entre sí. Los del primer tipo, confieren tolerancia al bajo potencial hídrico asociado a la salinidad del sustrato, a través del balance hídrico otorgado por solutos orgánicos e inorgánicos (Zhang *et al.*, 1999) garantizando el ingreso continuo de agua a la planta. Los del segundo tipo, agrupan procesos de control de la captación de iones potencialmente tóxicos, como Na^+ y Cl^- , y el mantenimiento de concentraciones intracelulares de nutrientes esenciales adecuadas para el normal metabolismo. Estos mecanismos intervienen también en la compartimentación de Na^+ y Cl^- a nivel intracelular para mantener la acumulación de los mismos en el citoplasma por debajo de concentraciones que pudieran resultar tóxicas para el metabolismo. Es decir, la actividad de los mecanismos de compartimentación de iones protege los sitios de metabolismo activo, principalmente en láminas foliares, y contribuye a evitar la muerte prematura de las hojas. Por último, los procesos del tercer tipo conllevan a la tolerancia del tejido foliar a los iones tóxicos acumulados (James *et al.*, 2008). Entre estos últimos se encuadran los mecanismos que conducen a controlar el estrés oxidativo mediante el incremento en la actividad de los sistemas de detoxificación de especies reactivas del oxígeno, o ROS por sus siglas en inglés (Reactive Oxygen Species). En los tres tipos de mecanismos puede observarse variabilidad intraespecífica (James *et al.*, 2008) que aporta elementos diferenciales para la tolerancia a la salinidad, tal como se ha visto en trigo (Rajendran *et al.*, 2009) y en girasol (Céccoli *et al.*, 2012) y que potencialmente pueden aprovecharse en la construcción piramidal de genotipos tolerantes por acumulación de diversas características que confieren este carácter.

El estrés por alcalinidad ha recibido mucha menos atención que el estrés salino, aunque resulta más complejo y negativo para el crecimiento de las plantas. Como se indicó más arriba, el crecimiento de las plantas en suelos alcalinos se ve afectado negativamente por factores multifacéticos e interconectados que derivan de sus características físicas y fisiológicas, por lo tanto, los abordajes experimentales para analizar las respuestas fisiológicas de las plantas a la alcalinidad, deben contemplar ambos aspectos limitantes: estructurales y nutricionales. En el aspecto nutricional, se han identificado deficiencias de Fe en un número acotado de ecotipos de *Lotus japonicus* cultivados en alcalinidad

(Babuín *et al.*, 2014). En un estudio similar, con un número más amplio de genotipos de esta especie se pudo constatar que la tolerancia a la alcalinidad dependía de los mecanismos de captación de Fe y de alteraciones estructurales en las raíces Campestre *et al.*, (2016).

Actualmente se han identificado las bases moleculares de muchos de los mecanismos de tolerancia a salinidad mencionados en la revisión de Greenway and Munnus, (1980), tal como puede apreciarse en algunas de las más recientes (Hasegawa, 2013; Roy *et al.*, 2014; Arzani y Ashraf, 2016). El empleo de esta información para la generación de genotipos tolerantes por bioingeniería es un tema de innegable actualidad (Mickelbart *et al.*, 2015, Gou *et al.*, 2018). Pero la liberación de material tolerante es solamente una primer etapa, que debe ser integrada con medidas de manejo aptas para los ambientes a los que se destina el nuevo germoplasma. Una investigación agrícola con impacto en la producción requiere de la efectiva colaboración entre científicos que trabajen en diversas disciplinas (biólogos moleculares, genetistas, fisiólogos, agrónomos), mejoradores y productores (Passioura, 2010). Requiere además, de la adopción de métodos de relevamiento confiables y pertinentes (Hackl *et al.*, 2014), y de un preciso conocimiento de los ambientes a los cuales están destinados los esfuerzos del mejoramiento. El análisis crítico de los alcances de los resultados obtenidos con los sistemas experimentales empleados, la adecuada identificación de características fisiológicas ligadas al rendimiento bajo estrés como metas de la fenotipificación (Ghanem *et al.*, 2015), así como el escalamiento a campo de los ensayos, resultan esenciales para la liberación de nuevo germoplasma apto para zonas salinas.

LA CONTRIBUCIÓN DE NUESTRO GRUPO AL CONOCIMIENTO DE LOS MECANISMOS DE TOLERANCIA A LA SALINIDAD Y ALCALINIDAD EN PLANTAS

Al regresar del exterior con mi flamante doctorado en respuestas del tomate a salinidad, seguí trabajando en ese tema. Era lo más práctico para poder establecerme. Me fue bien con mis solicitudes de fondos, y durante varios años logré financiamiento para trabajar en tomate y salinidad. Sin embargo, al mismo tiempo, pensaba que mi responsabilidad hacia el país era trabajar en un tema de importancia local. Así comencé a explorar algunos mecanismos de tolerancia a la salinidad en gramíneas forrajeras locales del género *Pappophorum*. En esa época, me incorporé a la docencia en la Universidad

Católica de Córdoba, y en seminarios donde interaccionaba con la gente de forrajes y de producción animal, tomé cabal conciencia de que el problema de la salinidad en la Argentina estaba relacionado, fundamentalmente, al corrimiento de las actividades pecuarias desde zonas núcleo para la agricultura, hacia áreas marginales... y que eso requería de pastos forrajeros adaptados a tales condiciones.

Como dije más arriba, nuestros trabajos sobre forrajeras comenzaron con *Pappophorum* donde pudimos relacionar tolerancia a la salinidad con presencia de glándulas salinas (Taleisnik and Anton, 1988, Taleisnik, 1989), elementos epidérmicos especializados en la excreción de sales (Céccoli et al, 2015). Años más tarde, ya plenamente enfocados en el tema forrajes para zonas afectadas por salinidad, logramos uno de los 50 primeros subsidios a la innovación que dio el MINCYT en el año 1994 para trabajar en pastos para zonas afectadas por salinidad. En *Chloris gayana*, la Grama Rhodes, partimos desde la productividad (Pérez et al., 1999), comparando genotipos cercanos genéticamente, pero de respuestas contrastantes a la salinidad, y llegamos a identificar algunas de las causas de la tolerancia a la salinidad en esta especie (Luna et al., 2000, de Luca et al., 2001, Luna et al., 2002), entre ellas, la presencia de glándulas salinas y de mecanismos de defensa antioxidante. Las glándulas salinas constituyen uno de los caracteres sobre los cuales se basa la selección (de Luca et al. 2001) y el mejoramiento para tolerancia a la salinidad (Loch y Zorin 2010) en esta especie y contribuyó al desarrollo del primer cultivar tetraploide con tolerancia incrementada a este estrés (Epica INTA Pemán). El aval de la empresa de semillas forrajeras Oscar Pemán SA, con quienes seguimos vinculados, atestigua sobre la utilidad de nuestros resultados.

El logro de una pastura en ambientes salinos, no sólo depende de la disponibilidad de germoplasma con tolerancia, sino también del ajuste de las tecnologías de siembra, entre ellas el tipo de labranza. También se han llevado a cabo, a nivel local, algunas experiencias de manejo de esta especie sobre suelos salinos. Se observó que la siembra de *C. gayana* en ambientes salinos debe efectuarse manteniendo la cobertura del suelo, como lo es en siembra directa, mientras que en suelos con bajo contenido de sales, si bien resulta más efectiva la siembra convencional, ambos tipos de siembra promueven el logro de una pastura bien implantada y productiva (Pérez et al. 2014a). A un año de la siembra, *C. gayana* cv Finecut implantada por siembra directa mostró mayor producción de biomasa en comparación con una siembra convencional (Pérez et al. 2014b).

En gramíneas, la productividad depende de la generación y la duración funcional del área foliar. La zona de expansión foliar en gramíneas está restringida a unos pocos centímetros ubicados en la base de las láminas. Allí, la salinidad comúnmente induce el acortamiento y la disminución de tasas de crecimiento. Nuestros trabajos en esta zona de *Chloris gayana* (Ortega *et al.*, 2006) nos llevaron a descubrir, posteriormente, en maíz, el rol de las especies activas de oxígeno en la expansión foliar (Rodríguez *et al.*, 2002) y su participación en las respuestas de esa zona a la salinidad (Rodríguez *et al.*, 2004, Rodríguez *et al.*, 2007). Fuimos los primeros en informar este hecho, y luego se sumaron otras evidencias sobre el papel "positivo" que juegan las especies activas de oxígeno apoplásticas, en eventos de señalización que regulan la actividad de canales de iones y el crecimiento de células vegetales.

A partir de entonces hemos seguido trabajando en la identificación de mecanismos de tolerancia a la salinidad, sobre todo en pastos forrajeros subtropicales (Ruiz and Taleisnik, 2013, Pittaro *et al.*, 2016) pero también otros cultivos. Específicamente, en girasol identificamos componentes de la tolerancia a los componentes iónico y osmótico de la salinidad (Céccoli *et al.*, 2012), y en lechuga que la susceptibilidad diferencial al tipburn tiene que ver con la actividad antioxidante (Carassay *et al.*, 2012). Hoy, el foco de nuestro trabajo está puesto en las respuestas a la alcalinidad (Luna *et al.*, 2016, 2018). Al intentar discriminar las causas de los efectos de la alcalinidad sobre el crecimiento de *P. coloratum* observamos que fueron menos marcados en hidroponia que en suelo Luna *et al.*, (2016), indicando que la hipoxia de suelos y la alcalinidad del sustrato redujeron el crecimiento de manera no sinérgica. Esto puso de manifiesto que los estudios referentes a tolerancia a la alcalinidad efectuados en hidroponia, se enfocan solamente en un aspecto: las deficiencias de nutrientes que derivan de la presencia de bicarbonato en el suelo. Con respecto a estas deficiencias, pudimos detectar en sorgo, que la tolerancia a la alcalinidad y a la deficiencia de Fe tienen bases comunes, relacionadas a la expresión de genes que intervienen en la síntesis, excreción y recaptura de fitosideróforos, aminoácidos no proteicos que facilitan la captación de Fe y Zn en condiciones de deficiencia en el sustrato (Luna *et al.*, 2018), tales como las que ocurren en condiciones de alcalinidad.

LA INVESTIGACIÓN EN LA ARGENTINA SOBRE SALINIDAD Y ALCALINIDAD

Hoy se tiene una cuantiosa plataforma de conocimientos sobre la tolerancia a la salinidad y alcalinidad. Un análisis bibliográfico en diversas fuentes y bases de datos revela de manera general la magnitud de los esfuerzos locales en investigación sobre el tema. La base Scopus (www.scopus.com) que reúne información bibliográfica de un amplio espectro de publicaciones (libros, trabajos en publicaciones periódicas y presentaciones a congreso) desde 1970, analizada con las siguientes palabras clave: salinity, salt tolerance, sodicity, alkalinity, siendo excluyente para ciencias agrícolas, y poniéndose como filtro la filiación a la Argentina indicó algo más de 700 publicaciones hasta el momento de escribir este trabajo. De éstas, un 83% se refirió a plantas y microorganismos, y el resto a suelos. Entre las primeras, más del 87% son sobre plantas y los estudios fisiológicos son los más numerosos. Para detectar trabajos argentinos que no hubiesen sido captados por esa base, se investigó la base SCIELO (<http://www.scielo.org.ar/cgi-bin/wxis.exe/iah/#refine>) con las palabras clave salinidad, alcalinidad y sodicidad, y solamente los trabajos referidos a suelos y plantas, detectándose 85 registros, desde 2000 a la fecha. Trabajos argentinos anteriores se buscaron en revistas impresas, que develaron inquietudes regionales por la temática. Además, se investigó la base INTA2 (<http://www.sidalc.net/inta2.htm>), con las palabras clave salinidad y sodicidad (180 registros). En esta base se encontraron muchas de las publicaciones mencionadas anteriormente, pero, además, informes técnicos, presentaciones a congreso, artículos de divulgación, tesis, etc. Resulta por lo tanto, una fuente de información alternativa a la publicada en las revistas periódicas.

Ese análisis bibliográfico indicó que tenemos definidos los problemas locales, que se ha desarrollado investigación básica, y que hay aplicaciones tecnológicas. ¿Es posible decir si el esfuerzo en investigación sobre el tema salinidad /alcalinidad /sodicidad en la Argentina ha sido suficiente? Para hacerlo, sería necesaria una estimación de las pérdidas económicas y ambientales ocasionadas por estas condiciones de salinidad y sodicidad. Sin embargo, es necesario mencionar que la producción bibliográfica argentina sobre el tema está muy por debajo de la australiana (equivalente a un 20 %) y de la paquistaní (un 70%), países que han tomado el tema salinidad como problema prioritario.

LA RED ARGENTINA DE SALINIDAD RAS

En el año 2005, en congruencia con la toma de conciencia en la comunidad académica acerca de la magnitud del problema de la salinidad y alcalinidad en suelos, se

fundó la Red Argentina de Salinidad (RAS) destinada a integrar los esfuerzos y el trabajo de científicos, técnicos, extensionistas y productores para el desarrollo de tecnologías que optimicen la productividad y sustentabilidad en estos ambientes. La RAS, desde entonces, organiza regularmente cursos, congresos y jornadas que apuntan a estos fines. Se realizaron cinco reuniones nacionales (Córdoba, Tucumán, Chascomús, Reconquista, Villa Mercedes) y la sexta se realizará en el 2019. Los integrantes de la RAS publicaron hasta ahora dos libros. El primero fue Taleisnik *et al.*, (2008) y el más reciente (Taleisnik y Lavado, 2017), reúne las contribuciones de más de 80 autores. Esta obra corona una década de esfuerzos individuales e institucionales, permite hacer un balance de lo obtenido en materia de conocimientos y de tecnologías de aplicación y sirve de base para el futuro.

Este panorama muestra que la comunidad académica actualmente está abordando activamente el problema de la salinidad en la Argentina. Es de esperar que sus empeños cristalicen en muchos aportes concretos para el aprovechamiento sostenible de los ambientes salinos y alcalinos.

Palabras clave: suelos salinos, suelos alcalinos, sodicidad

Keywords: saline soils, alkaline soils, sodicity

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Bernstein L, Hayward HE, 1958. Physiology of salt tolerance. Annual Review of Plant Physiology 9, 25-46.
- Carassay LR, Bustos DA, Golberg AD, Taleisnik E, 2012. Tipburn in salt-affected lettuce (*Lactuca sativa* L.) plants results from local oxidative stress. Journal of Plant Physiology 169, 285-93.
- Céccoli G, Senn ME, Bustos D, *et al.*, 2012. Genetic variability for responses to short- and long-term salt stress in vegetative sunflower plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 175, 882-90.
- Céccoli, G, Ramos J, Pilatti, V, Dellaferrera, Tivano, J, Taleisnik, E and Vegetti, A. 2015. Salt glands in the *Poaceae* family and their relationship to salinity tolerance. Botanical Review, DOI 10.1007/s12229-015-9153-7
- Davenport R, James RA, Zakrisson-Plogander A, Tester M, Munns R, 2005. Control of sodium transport in durum wheat. Plant Physiology 137, 807-18.
- De Luca M, García Seffino L, Grunberg K, *et al.*, 2001. Physiological causes for decreased productivity under high salinity in Boma, a tetraploid *Chloris gayana* cultivar. Australian Journal of Agricultural Research 52, 903-10.
- FAO, 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy.
- Flowers TJ, 2004. Improving crop salt tolerance. Journal of Experimental Botany 55, 307-19.

- Flowers TJ, Colmer TD, 2008. Salinity tolerance in halophytes. *New Phytologist* 179, 945-63.
- Flowers TJ, Colmer TD, 2015. Plant salt tolerance: adaptations in halophytes. *Annals of Botany* 115, 327-31.
- Flowers TJ, Troke PF, Yeo AR, 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Annual Review of Plant Physiology* 28, 89-125.
- Gou, J, Debnath, S, Sun, L, Flanagan, A, Tang, Y, Jiang, Q, Wen, J, Wang, ZY. 2018. From model to crop: functional characterization of SPL8 in *M. truncatula* led to genetic improvement of biomass yield and abiotic stress tolerance in alfalfa. *Plant Biotechnology Journal* 16, 951-62.
- Greenway H, Osmond CB, 1972. Salt responses of enzymes from species differing in salt tolerance. *Plant Physiology* 49, 256-9.
- Greenway H, R, 1980. Mechanisms of salt tolerance in non halophytes. *Annual Review of Plant Physiology* 31, 149-90.
- Hasegawa PM, Bressan RA, Zhu JK, Bohnert HJ, 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 51, 463-99.
- Jacobsen, T, Adams, RT, 1958. Salt and silt in ancient Mesopotamian agriculture. *Science* 128.3334: 1251-1258.
- James RA, Von Caemmerer S, Condon AG, Zwart AB, Munns R, 2008. Genetic variation in tolerance to the osmotic stress component of salinity stress in durum wheat. *Functional Plant Biology* 35, 111-23.
- Läuchli A, Lüttge U, Cramer G, 2004. Sodium-calcium interactions under salinity stress. In. *Salinity: Environment - Plants - Molecules*. Springer Netherlands, 205-27.
- Lavado R, 2008. Visión sintética de la distribución y magnitud de los suelos afectados por salinidad en la Argentina. In: Taleisnik E, Grunberg K, Santa María G, eds. *La salinización de suelos en la Argentina: su impacto en la producción agropecuaria*. Córdoba: EDUCC, 11-5.
- Luna C, Seffino LG, Arias C, Taleisnik E, 2000. Oxidative stress indicators as selection tools for salt tolerance in *Chloris gayana*. *Plant Breeding* 119, 341-5.
- Luna DF, Aguirre A, Pittaro G, Bustos D, Ciacchi B, Taleisnik E, 2016. Nutrient deficiency and hypoxia as constraints to *Panicum coloratum* growth in alkaline soils. *Grass and Forage Science*, 72, 640-653.
- Luna DF, Pons ABS, Bustos D, Taleisnik E, 2018. Early responses to Fe-deficiency distinguish *Sorghum bicolor* genotypes with contrasting alkalinity tolerance. *Environmental and Experimental Botany* 155, 165-76.
- Marschner H (1995) Mineral nutrition of higher plants. London: Academic Press 2nd Ed.
- Mickelbart MV, Hasegawa PM, Bailey-Serres J, 2015. Genetic mechanisms of abiotic stress tolerance that translate to crop yield stability. *Nature Reviews Genetics* 16, 237.
- Munns R, 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant, Cell and Environment* 16, 15-24.
- Nikalje GC, Srivastava AK, Pandey GK, Suprasanna P, 2018. Halophytes in biosaline agriculture: Mechanism, utilization, and value addition. *Land Degradation and Development* 29, 1081-95.
- Oertli J, 1968. Extracellular salt accumulation, a possible mechanism of salt injury in plants. *Agrochimica* 12, 461-9.
- Ortega L, Fry S, Taleisnik E, 2006. Why are *Chloris gayana* leaves shorter in salt affected plants? Analyses in the elongation zone. *Journal of Experimental Botany*. 57:3945- 3952
- Park HJ, Kim W-Y, Yun D-J, 2016. A new insight of salt stress signaling in plant. *Molecules and Cells* 39, 447-59.
- Passioura JB, 2010. Scaling up: the essence of effective agricultural research. *Functional Plant Biology* 37, 585-91.
- Pérez H, Bravo S, Ongaro V, Castagnaro A, García Seffino L, Taleisnik E, 1999. *Chloris gayana* cultivars: RAPD polymorphism and field performance under salinity. *Grass and Forage Science* 54, 289-96.

- Pérez H., Luchina J., Martínez Calsina L., Taleisnik E., Erazzú L. And Lara J. (2014a) Implantación y manejo de *Chloris gayana* (Kunth) cv Finecut en ambientes salinos: 1. Efecto del tipo de labranza. PP 48 37° Congreso de la Asoc. Argentina de Producción Animal, p. 144. Buenos Aires: AAPA.
- Pérez H., Luchina J., Martínez Calsina L., Taleisnik E., Erazzú L. and Lara J. (2014b) Implantación y manejo de *Chloris gayana* (Kunth) cv Finecut en ambientes salinos: 2. Frecuencia de defoliación. PP 49. 37° Congreso de la Asoc. Argentina de Producción Animal, p. 145. Buenos Aires: AAPA.
- Rajendran K, Tester M, Stuart J, R. O. Y., 2009. Quantifying the three main components of salinity tolerance in cereals. *Plant, Cell and Environment* 32, 237-49.
- Rodríguez A, Grunberg K, Taleisnik E, 2002. Reactive oxygen species in the elongation zone of maize leaves are necessary for leaf extension. *Plant Physiology* 129, 1627-32.
- Rodríguez A, Lascano H, Bustos L, Taleisnik E, 2007. Salinity-induced reductions in NADPH oxidase activity in the maize leaf blade elongation zone. *J. of Plant Physiology* 164, 223-30.
- Rodríguez A, Ortega L, Córdoba A, Taleisnik E, 2004. Decreased reactive oxygen species concentration in the elongation zone contributes to the reduction in maize leaf growth under salinity. *J. of Experimental Botany* 53, 1383-90.
- Roy SJ, Negrão S, Tester M, 2014. Salt resistant crop plants. *Current Opinion in Biotechnology* 26, 115-24.
- Rozema J, Schat H, 2013. Salt tolerance of halophytes, research questions reviewed in the perspective of saline agriculture. *Environmental and Experimental Botany* 92, 83-95.
- Ruiz M, Taleisnik E, 2013. Field hydroponics assessment of salt tolerance in *Cenchrus ciliaris* (L.): growth, yield, and maternal effect. *Crop and Pasture Science* 64, 631-9.
- Taleisnik E. y R.S. Lavado (eds.) 2017. Ambientes salinos y alcalinos de la Argentina. Recursos y aprovechamiento productivo. 624 pgs. Orientación Gráfica Editora y Universidad Católica de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. ISBN 978-987-1922-23-9
- Taleisnik, E. 1989. Sodium accumulation in *Pappophorum* I. Uptake, transport and recirculation. *Annals of Botany* 63: 221-228.
- Taleisnik, E. and Anton, A. 1988. Salt glands in *Pappophorum* (Poaceae). *Annals of Botany* 62:383-388.
- Taleisnik, E. y A. A. Rodríguez. 2017. Aspectos fisiológicos de la tolerancia a la salinidad en plantas superiores. En: Taleisnik, E. y R. Lavado (eds.) Ambientes salinos y alcalinos de la Argentina. Recursos y aprovechamiento productivo. 624 pgs. Orientación Gráfica Editora y Univesidad Católica de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. ISBN 978-987-1922-23-9
- Tester M, Davenport R, 2003. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annals of Botany* 91, 503-27.
- United States Regional Laboratory, Riverside, Calif., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. US Government Printing Office.
- Wu H, Zhu M, Shabala L, Zhou M, Shabala S, 2015. K⁺ retention in leaf mesophyll, an overlooked component of salinity tolerance mechanism: A case study for barley. *Journal of Integrative Plant Biology* 57, 171-85.
- Zhang J, Nguyen HT, Blum A, 1999. Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. *Journal of Experimental Botany* 50, 291-302.

Incorporación del Académico de Número Ing. Agr. / Ph.D. Luis Calvino

Presentación por el Dr. Julio García Tobar

Sr. Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria

Señoras y Señores Académicos

Señoras y Señores

Estamos aquí reunidos para formalizar la incorporación del Dr. Luis Calvino a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Pero, para que todos comprendamos la esencia de este acto, me voy a permitir recordarle a quienes lo conocemos, y poner en conocimiento de los que lo desconocen, el texto del artículo primero de la ley que establece el régimen de las Academias Nacionales y que cito textualmente:

“Las Academias Nacionales tienen por objetivo congregar a las personas más conspicuas y representativas en el cultivo de las ciencias, las letras y las artes, con la finalidad de intensificar el estudio o el ejercicio de las mismas; estimular la plenitud de las vocaciones intelectuales; difundir el fruto de sus trabajos y enaltecer, en el país y en el extranjero, el prestigio de la cultura nacional”.

Este texto señala las condiciones para ser académico y establece un claro mandato para las Academias y sus integrantes. Pero de él quiero destacar el adjetivo “conspicuas”. Según el Diccionario de la Real Academia Española su significado es ilustre, visible, sobresaliente.

Tal es el caso del Académico que hoy se incorpora, el médico veterinario, con áreas de interés en microbiología, enfermedades infecciosas y especial énfasis en mastitis bovina y calidad de leche, Dr. Luis Calvino.

Hacia finales de la Segunda Guerra Mundial y ante la necesidad de cubrir cargos de oficiales que las bajas por muertes o heridas dejaban vacantes, los ejércitos de dos de los principales beligerantes, Alemania y los Estados Unidos de Norteamérica, comenzaron a aplicar un método de evaluación de recursos humanos que fue el embrión de lo que hoy conocemos como evaluación 360. Más allá de logros y resultados objetivos, la evaluación de comportamientos y habilidades incluye los aportes de pares, colaboradores, superiores, dependientes y partes interesadas, dentro y fuera de la organización en la que una persona

se desempeña. Luis Calvinho se incorpora hoy a nuestra Academia porque los resultados de su evaluación 360 lo hacen un profesional conspicuo.

Es Médico Veterinario por la Universidad de Buenos Aires, Master of Veterinary Medicine por el University College, de Dublin, Irlanda y la University of Tennessee, EE.UU., le otorgó el grado de Philosophal Doctor.

Luis Calvinho ha publicado trabajos científicos, ha escrito capítulos de libros y notas de divulgación. Es reconocido por sus pares de Argentina y del exterior. Ha generado vínculos con investigadores de Suecia, Brasil, EE.UU., Italia, Francia, Alemania, Uruguay y Chile que han resultado en la concreción de trabajos de investigación en cooperación.

Se ha destacado y destaca como docente de grado y de post-grado y ha contribuido significativamente a la formación de recursos humanos en su área de especialización.

Ha fomentado la cooperación científica de los investigadores en Mastitis bovina de nuestro país a través de las Reuniones Anuales de Grupos de Investigación en Mastitis Bovina, actuando como organizador de la primera reunión y participando activamente como expositor u organizador hasta el presente. Asimismo, ha sido uno de los socios fundadores de la Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorios de Diagnóstico, con activa participación en sus reuniones científicas y es miembro del Consejo de Dirección de la World Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians.

El estrecho vínculo del INTA Rafaela con el medio, donde se desempeña, y la necesidad de satisfacer las demandas de asesoramiento determinaron el desarrollo del Servicio de Mastitis y Calidad de Leche, que Luis Calvinho coordina desde 1997 hasta el presente. Las tareas de extensión se reflejan en charlas y disertaciones para profesionales, estudiantes y productores en el país y en Uruguay, Perú, EE.UU., Chile, Colombia, Venezuela y Brasil.

Nuestro nuevo Académico ha sabido recorrer, con solvencia, los caminos de la ciencia, de la técnica y de su aplicación.

La trayectoria de Luis Calvinho demuestra su rol como excelente integrador, formador y líder de equipos interdisciplinarios cuando la solución de problemas así lo exige.

Y aún no he destacado lo que para esta Academia es condición absolutamente necesaria. Nos encontramos ante un hombre íntegro, que reúne intachable conducta, moralidad y altruismo.

El análisis y seguimiento en el tiempo de lo hecho por Luis Calvinho permite identificar las líneas directrices que han inspirado su accionar.

- No superar a otros sino superarse a sí mismo
- Quebrar sus propios records
- Mejorar sus ayeres con sus hoy
- Hacer su trabajo con más fuerza que antes

Le doy la bienvenida nuestra Academia e invito al Dr. Luis Calvinho a ocupar el podio.

Dr. Julio A. García Tobar

Académico de Número

Mayo 22, 2017

Incorporación del Académico Correspondiente M.V. / Ph.D. Luis F. Calvino

Conferencia

Mastitis bovina: evolución del control en Argentina y nuevos horizontes de investigación

Ph.D. Luis F. Calvino ^{a b}

^a Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral, Esperanza, Santa Fe, Argentina

^b Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Rafaela

INTRODUCCIÓN

La mastitis es la inflamación de la glándula mamaria (GM). Si bien la inflamación no indica necesariamente la presencia de una infección intramamaria (IIM), en la mayoría de los casos es causada por agentes bacterianos, por lo cual es considerada una enfermedad infecciosa. La mastitis es el resultado de la interacción entre varios factores de manejo y el medio, que determinan que aumente la exposición a los microorganismos causales, disminuya la resistencia natural de la vaca hacia la enfermedad y/o se favorezca el paso de los microorganismos a través del canal del pezón para acceder al epitelio secretor de la glándula mamaria (Schalm y col 1971). La magnitud de los cambios patológicos que se producirán en la GM dependerá de la severidad de la respuesta inflamatoria; en los casos clínicos la alteración tanto del cuarto afectado como de la leche es evidente, mientras que en los casos subclínicos la alteración, aunque presente, no es manifiesta y es solo detectable por métodos de diagnóstico complementarios. La mastitis es la enfermedad del ganado lechero que mayores pérdidas económicas causa al productor y a la industria, ya que provoca disminución de la secreción láctea y deterioro de la calidad de la leche. Casi el 70 % de las pérdidas económicas son debidas a una reducción en la producción de leche causada por infecciones subclínicas. Esta reducción va acompañada por una alteración de la composición de la leche, que produce una disminución de su calidad (Booth, 1981).

A continuación se describen aspectos de la producción primaria de leche en Argentina, que son necesarios para brindar un marco de referencia para entender la evolución del control de la enfermedad. Se hará referencia a los estudios sobre agentes patógenos y evolución de la sanidad de ubre durante las últimas décadas, señalando los potenciales factores condicionantes de la situación actual y los enfoques para superarlos. Finalmente, se mencionarán las áreas de investigación principales en las cuales se focalizará la

investigación sobre el control de mastitis en los próximos años para intentar lograr medidas que complementen los programas actualmente aplicados.

CARACTERÍSTICAS DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA

La producción lechera en la Argentina tiene lugar principalmente en la región pampeana, abarcando las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos y La Pampa. En estas provincias se encuentran las principales cuencas lecheras y prácticamente la totalidad de los tambos e industrias del sector, existiendo cuencas menores en otras provincias como Tucumán, Salta, Chaco, Santiago del Estero, Formosa y Corrientes (Buelink et al., 1996; Taverna y Fariña, 2013). La estructura de producción primaria de leche en Argentina se caracteriza por un alto número de tambos localizados en diversas cuencas, mientras que la industria procesadora está estratificada, con pocas grandes empresas y varios centenares de pequeñas y medianas empresas (Gutman et al., 2003).

La producción nacional de leche tuvo un crecimiento sostenido en los últimos años. Dicho crecimiento se acentuó desde 1991, observándose un incremento cercano a los 636 millones de litros por año entre 1991 y 1995; alcanzando a 8.507 millones en ese año, llegando a un pico de 9.817 millones en 2000, para luego descender a 8.100 en 2002 (Buelink et al., 1996; Gutman et al., 2003). Entre los años 2004 y 2012 se registró un crecimiento promedio anual del 3,8%, observándose un solo año de caída productiva (2006-2007), atribuido a las inundaciones ocurridas en las principales cuencas lecheras (Taverna y Fariña, 2013). En el año 2015 la producción anual fue de 11.314 millones de litros; mientras que en entre enero y noviembre de 2016 la producción cayó 13% respecto al mismo período de 2015, debido tanto a la crisis del sector lechero como al exceso de lluvias y anegamiento en las principales cuencas lecheras (Garzón y Torre, 2016). El aumento de la producción en los últimos 15 años se vio acompañado por una disminución del número de tambos y un incremento de la productividad del sector, que fue de 15,1 litros/vaca en ordeño (Vo)/día entre 2001 a 2004, alcanzando los 19,2 lts/Vo/día en el período 2012-2013, implicando un incremento del 22,7% (OCLA, 2017). Aunque existe cierta disparidad en las estimaciones, se considera que desde 1988 hasta 2002 el número de tambos se redujo de alrededor de 30.500 a 13.000 (aproximadamente 1,5% anual); mientras las explotaciones crecieron en tamaño desde un promedio de 66 vacas/tambo hasta 161 vacas/tambo en el mismo período (Gutman et al., 2003). La producción promedio por tambo se incrementó 5 veces durante el período 1988-2012, pasando de 551

en 1988 a 2.736 litros/día en 2012. El aumento de la producción por tambo en este período, estaría explicado en un 55-60% por un mayor número de vacas y en un 40-45% por un incremento de las producciones individuales (Taverna y Fariña, 2013). En la actualidad, el 80% de los tambos producen hasta 3.000 litros diarios y concentran el 47% de la producción; mientras que el 20% produce de 3.000 a más de 10.000 litros diarios, concentrando el 53% de la producción (OCLA, 2017).

Inicialmente, la lechería argentina se sustentó en sistemas pastoriles. A partir de la década del 80 y sobretodo en la del 90, se fueron adoptando sistemas semipastoriles y otros más intensivos que han determinado una marcada heterogeneidad en la productividad, no solo entre las distintas cuencas lecheras, sino dentro de cada cuenca. A partir de la década de 2000 se advierte una intensificación de la producción, con aumentos de la carga animal (Chimicz y Gambuzzi, 2007), que implica en muchos casos la concentración de animales en áreas reducidas, con diseños de instalaciones adaptados de sistemas aplicados en otros países, que en ocasiones distan de ser adecuadas para la alimentación y confort de los animales.

RELEVAMIENTOS BACTERIOLÓGICOS DE ORGANISMOS PATÓGENOS MASTITIS

Se han identificado más de 80 agentes causantes de mastitis, incluyendo especies de bacterias, hongos, mycoplasmas y algas. Estos microorganismos han sido clasificados en patógenos contagiosos y ambientales de acuerdo con sus características de distribución e interacción con el pezón y su canal. Los patógenos contagiosos viven y se multiplican en la glándula mamaria y la piel del pezón, se transmiten de animal a animal principalmente durante el ordeño e incluyen a *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Corynebacterium bovis* y a especies de *Mycoplasma* (Fox y Gay 1993). Los patógenos ambientales son aquellos cuyo reservorio primario es el lugar donde viven las vacas. Estos organismos constituyen un grupo heterogéneo, siendo los más frecuentemente aislados *Streptococcus uberis* y las bacterias coliformes; mientras que *Streptococcus dysgalactiae* comparte características de los patógenos ambientales y los contagiosos (Todhunter et al., 1995; Hogan y Smith, 2003). Un tercer grupo de organismos lo conforman los *Staphylococcus* coagulasa negativos (SCN), que si bien son considerados como integrantes de la flora normal de la piel de la ubre y los pezones, también pueden causar infecciones del canal del pezón y de la glándula mamaria. La distribución dentro de los rodeos lecheros de las distintas especies que conforman este

grupo reflejan, en parte, las prácticas de manejo aplicadas en cada establecimiento (Zadoks et al., 2011).

En nuestro país se han realizado relevamientos a través de los años, cuyo objetivo fue conocer la flora bacteriana predominante causante de IIM tanto subclínicas como clínicas. Cabe consignar que, si bien se han identificado y clasificado organismos aislados de IIM subclínicas y se ha determinado su frecuencia relativa, en muchos casos no se indicó la procedencia de los aislamientos o el criterio de selección de los establecimientos estudiados. La información obtenida a partir de estudios realizados desde fines de la década del 70 hasta inicios de la década de 2000, respaldada por datos suficientes para estimar la prevalencia de organismos patógenos en vacas en lactancia en las provincias de mayor producción lechera, fue recopilada en un trabajo de revisión (Calvinho y Tirante, 2005). En el cuadro 1 se resume la frecuencia de aislamiento de algunos patógenos mayores seleccionados por ser los más prevalentes en muestras obtenidas a partir de mastitis subclínicas en estudios realizados durante la etapa mencionada. Los porcentajes fueron calculados sobre el total de muestras con aislamiento bacteriano, salvo en el caso de un relevamiento en la cuenca de Mar y Sierras (Amand de Mendieta et al., 2001).

Como complemento a esta información, un estudio que incluyó muestras de 20.117 vacas en lactancia pertenecientes a 112 tambos ubicados en las provincias de Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires relevados entre mayo de 1999 y agosto de 2007 por presentar problemas de mastitis, los patógenos aislados con mayor frecuencia fueron *S. aureus* con el 57%, *Str. agalactiae* 29%; mientras que los miembros del grupo de *Sreptococcus* no-agalactiae fueron hallados en el 12% de los animales. *Staphylococcus aureus* fue aislado casi en la totalidad de los rodeos analizados (>97%) (Signorini et al., 2008). Recientemente, en un relevamiento aleatorizado realizado sobre 2.296 vacas pertenecientes a 51 rodeos lecheros de la Provincia de Córdoba, 54% mostraron mastitis subclínica evidenciada por recuentos de células somáticas $\geq 200,000/\text{ml}$. A partir de estas muestras, los organismos patógenos más frecuentemente aislados fueron SCN 52.1%, seguidos por *S. aureus* 21.3%, *Corynebacterium* spp. 5.2%, *Str. agalactiae* (4.4%) y *Str. dysgalactiae* (4.4%) (Dieser et al., 2014).

Cuadro 1. Frecuencia de aislamiento de patógenos mayores seleccionados obtenidos de mastitis subclínicas en distintas cuencas lecheras de la Argentina.

ORGANISMOS	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<i>S. aureus</i>	54	43,2	21,7	17	25,3	31,5	16,6	21,9	13,9
<i>S. agalactiae</i>	23,4	13,5	2,7	-	8,8	11,6	5,4	5,8	1,6
<i>S. uberis</i>	2,8	19,2	5,9	-	-	-	9,2	-	-
<i>S. dysgalactiae</i>	1,8	5,3	2,2	-	3,6	-	-	-	-
<i>Streptococcus spp.</i>	4,1		1,7	23,4	19,3	5,82	13,3	4,34	6,5
Coliformes	2,8	1,6	0,9	-	2,7	3,1	5,9	2	-

Referencias: los datos se expresan en porcentajes, que fueron calculados sobre las muestras con aislamientos positivos. A: Tessi et al. (1979) (Cuenca central santafesina), B: González et al. (1980) (Cuenca de Córdoba), C: Calvino et al. (1991a), (Cuenca Central Santafesina), D: Giraudo et al. (1995) (Cuenca de Córdoba), E: Chertcoff et al. (1996) (varias cuencas); F: Tirante et al. (1998) (varias cuencas); G: Acuña et al. (2001) (varias cuencas); H: Chaves et al. (2001) (varias cuencas); I: Amand de Mendieta et al. (2001) (Cuenca Mar y Sierras).

En la mayoría de los estudios mencionados, tanto anteriores como posteriores a la década de 2000, aunque con distinta frecuencia, el patógeno mayor más prevalente fue *S. aureus*, seguido por distintas especies de estreptococos. En algunos estudios se indicó la distribución de *S. aureus* en los rodeos incluidos, oscilando desde el 69 al 100%. Dentro del resto de las especies de organismos patógenos, la frecuencia de aislamiento ha sido variable en diferentes cuencas y décadas. Los porcentajes de organismos coliformes han sido bajos en todos los estudios; sin embargo se debe considerar que el tipo de estudios de prevalencia y la inclusión de muestras en su mayoría de mastitis subclínicas puede subestimar la presencia real de estos organismos, considerando que causan IIM de corta duración, muchas de las cuales cursan con signos clínicos desde leves a hiperagudos cuando se producen al periparto (Hogan y Smith, 2003).

Respecto de estudios sobre prevalencia de organismos en casos de mastitis clínicas, la información obtenida a partir de estudios realizados en distintas cuencas lecheras se resume en el cuadro N°2. Las diferencias entre los resultados obtenidos por los distintos autores pueden tener su explicación tanto en características zonales, de explotación, de metodología, épocas de realización de cada estudio, procedimientos de diagnóstico y clasificación de los organismos aislados. La mayoría de las investigaciones mencionadas se han realizado sobre muestras de conveniencia. Si bien estas características no permiten realizar comparaciones entre estudios, en aquellos realizados durante la última década se puede advertir una tendencia a una mayor frecuencia de aislamiento de estreptococos ambientales (*Str. uberis* y *Streptococcus spp.*) a partir de las muestras positivas al cultivo bacteriológico.

Cuadro 2. Frecuencia de aislamiento de algunos organismos patógenos seleccionados obtenidos de mastitis clínicas en distintas cuencas lecheras de la Argentina.

ORGANISMOS	A (n=278)	B (n=342)	C (n=238)	D (n=1458)	E (n=2138)	F (n=310)	G (n=585)
<i>S. aureus</i>	34,45%	18,1%	30,5%	29,2%	23,24	6,45	10,25
SCN*	2,1%	-	19,4%	12,7%	17,96	12,26	18,46
<i>S. agalactiae</i>	13%	36,5%	7,7,%	3,9%	1,49	-	-
<i>S. uberis</i>	11%	-	10%	-	27,5	32,9	44,78
<i>S. dysgalactiae</i>	1,7%	-	19,8%	15,9%	-	-	-
<i>Streptococcus</i> spp.	-	6,4%	1,4%	19,8%	13,23	18,06	6,49
Coliformes	20%	2,6%	7,1%	4,4%	11,4	24,51	7,52
Otros	17,75	36,4	4,1	14,1	5,18	5,82	12,5

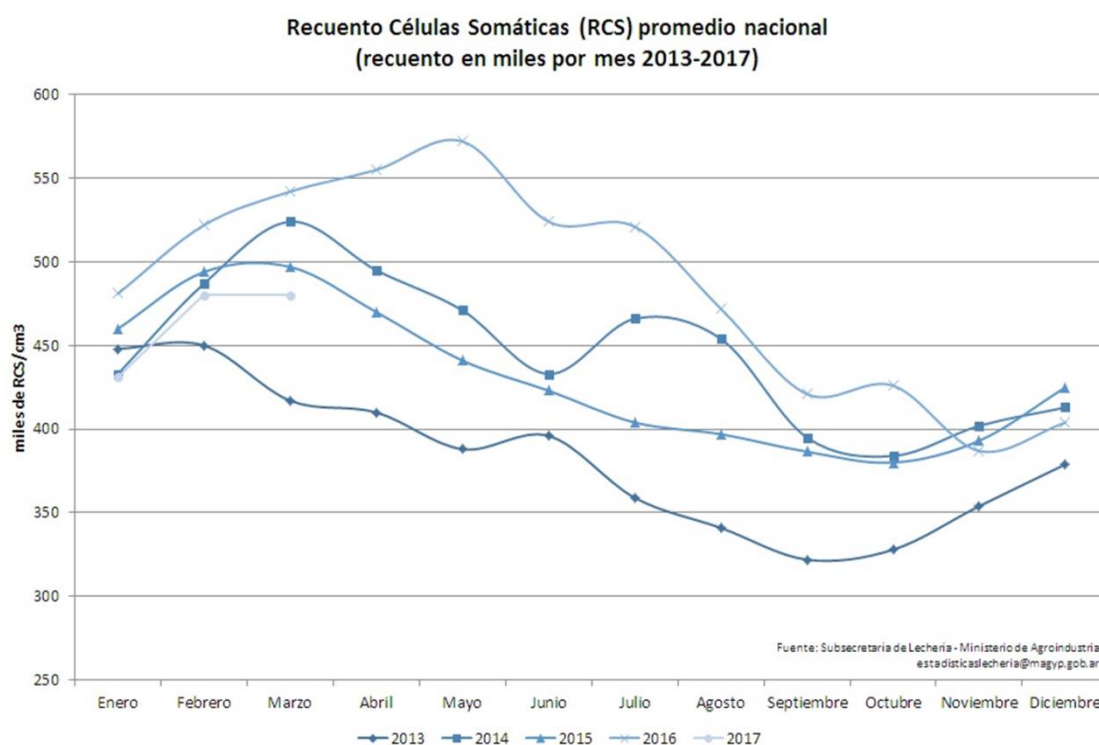
Referencias: los porcentajes están calculados sobre el total de las muestras con aislamientos positivos. A: González & Echaide (1983) (Valle de Lerma, Salta); B: Rivero et al. (1984) (Cuenca Abasto a Buenos Aires); C: Calvino et al. (1991b), (Cuenca Central Santafesina); D: Chertcoff et al. (2001) (Buenos Aires), E: Izak et al. (2007) (Varias cuencas), Izak & Ackerman (2010) (Varias cuencas), Rodriguez et al. (2015) (Oeste Buenos Aires). * *Staphylococcus coagulasa* negativos.

ESTUDIOS DEL ESTADO DE SALUD DE LA GLÁNDULA MAMARIA

El estado de salud de la GM se evalúa sobre la base de la respuesta inflamatoria, la cual causa un aumento de las células en leche (células somáticas). Por lo tanto, el aumento de los recuentos de células somáticas (RCS) refleja un mayor número de vacas con mastitis subclínica y por consiguiente un deterioro de la calidad de la leche (Booth, 1981). Estudios precursores a nivel de rodeo lechero fueron realizados durante las décadas del 70 y 80 en el país utilizando métodos de diagnóstico indirecto (Test de California) (Schalm et al., 1971) para determinar el porcentaje de vacas con cuartos afectados. Posteriormente, como consecuencia de una mayor preocupación por conocer el estado de salud mamaria y la calidad de la leche de los rodeos, se realizaron diversos estudios en distintas cuencas lecheras (revisado por Calvino y Tirante, 2005). Las técnicas de medición utilizadas en los distintos relevamientos fueron el recuento microscópico directo y métodos viscosimétricos hasta fines de la década del 80; luego comienza a utilizarse el RCS electrónico. La metodología para analizar los datos obtenidos fue variable, en algunos casos se usaron medias aritméticas y, en otros, geométricas de los RCS obtenidos. A pesar de los escasos datos publicados y de las diferencias metodológicas y analíticas entre estudios, fue posible advertir un descenso de los valores de RCS a través de los años, el cual se acentuó a partir de la segunda mitad de la década del 90 y continuó durante la década de 2000. A partir de esta década, las principales

industrias lácteas informaron los parámetros de calidad y composición de la leche recibida, los cuales han sido publicados en la página web de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA) y actualmente en la página web de la Subsecretaría de Lechería del Ministerio de Agroindustria. Los valores han oscilado en un rango de 300.000 células/ml en octubre de 2004 sobre 6.794 tambos remitentes a 384.000 células/ml sobre 7.358 tambos remitentes en marzo de 2005 (SAGPYA, 2005); mientras que la media geométrica de los valores de RCS sobre un número aproximado de 6.800 tambos de septiembre de 2007 al mismo mes de 2008 fue de 370.398 cél. /ml (SAGPyA, 2008). Sin embargo, los valores de los RCS se han incrementado en los últimos años. Considerando la serie comprendida entre 2013 y 2016 se advierte no solamente una variación estacional con RCS más elevados entre los meses de enero a junio de cada año, sino que la mayor parte del año los valores superan las 400.000 cél/ml (Gráfico N°1), el cual es el valor tope aceptado por la UE y Nueva Zelanda.

Gráfico N°1. Series anuales de los promedios de recuento de células somáticas durante el período enero 2013- marzo 2017 (Subsecretaría de Lechería, Ministerio de Agroindustria).



El motivo por el cual los RCS se incrementaron en los últimos años es multicausal y no es posible determinar la contribución relativa de los distintos factores con los elementos de juicio de los cuales se dispone. A continuación se discuten los potenciales factores que pueden haber concurrido creando situaciones desfavorables al control de la enfermedad.

(1) Falta de aplicación sistemática de los programas de control. Los programas actuales de control de mastitis bovina fueron desarrollados en la década del 60 y están basados en higiene durante el ordeño, incluyendo desinfección de pezones postordeño, uso de terapia antibiótica durante la lactancia y al inicio del período seco, descarte de vacas con infección crónica y mantenimiento adecuado del equipo de ordeño (Neave y col 1969). A este esquema básico de control se ha agregado más recientemente el cuidado del ambiente, la bioseguridad para patógenos contagiosos, el registro y monitoreo de la salud mamaria (National Mastitis Council, 2016). La aplicación de estas medidas ha conducido a un progreso considerable en el control de los patógenos contagiosos, aunque no tan marcado en el caso de *S. aureus* (Zecconi et al., 2006). Respecto de los organismos ambientales, se ha observado que la desinfección de pezones postordeño y la terapia antibiótica para vaca seca muestran menor efectividad que contra los patógenos contagiosos. Varios estudios han demostrado que en la medida en que se logró reducir la prevalencia de patógenos contagiosos, la proporción de IIM por patógenos ambientales se incrementó (Todhunter et al., 1995; Hogan y Smith, 2003). Por lo tanto, las mastitis de tipo ambiental se han convertido en un problema significativo en muchos establecimientos que a través de un buen manejo sanitario lograron controlar mastitis causadas por organismos contagiosos (Todhunter et al., 1995; Hogan y Smith 2003). En nuestro país existe escasa información sobre la aplicación de medidas de control en los tambos de distintas cuencas lecheras. Un estudio reciente, realizado en la Provincia de Córdoba sobre 51 establecimientos lecheros identifica dos estratos de tambos claramente diferenciados sobre la base de la aplicación de medidas básicas de control de mastitis y su consecuente impacto sobre los RCS a nivel de tanque de frío (Vissio et al., 2013). Solamente el 25% de los establecimientos aplicaba un programa completo de control de mastitis (Vissio et al., 2013). Si bien estos resultados no son extrapolables al rodeo nacional, ponen en perspectiva la necesidad tanto de contar con información actualizada, como de reforzar las actividades de extensión tendientes a la adopción de medidas de control.

(2) Cambios en los sistemas de producción: a partir de la década del 2000 se advierte una intensificación de la producción expresada, entre otros factores, por el

aumento de la carga animal (Chimicz y Gambuzzi, 2007). Durante el período 2001-2004 la carga fue de 1,16 VT/ha, mientras que en 2012-2013 fue de 1,32 VT/ha, registrándose un incremento entre períodos del 13,8% (OCLA, 2017). Este aumento de la carga animal y el incremento de la productividad que se mencionara precedentemente, ha tenido lugar en la gran mayoría de los tambos en sistemas de producción “a cielo abierto”, remplazando en muchos casos sistemas pastoriles por sistemas que implican el encierre de animales en lotes secos (“dry lot”) (Quintana, 2014). Estos sistemas implican mayor contacto entre animales, mayor contaminación del medio con deyecciones y por consiguiente un cambio drástico en la exposición a los organismos patógenos, incluidos aquellos causantes de mastitis bovina. Además, estos sistemas son más vulnerables a los fenómenos climáticos extremos y no están recomendados para zonas con regímenes de lluvia superiores a 500 mm; mientras que más del 90% de la leche del país se produce en zonas donde la media supera los 800 mm/año (Quintana, 2014).

(3) Condiciones climáticas: en línea con lo mencionado en el punto anterior, las situaciones de fuertes lluvias con el anegamiento subsiguiente se están repitiendo con una mayor frecuencia, impactando negativamente sobre la producción (Taverna y Fariña, 2013; Garzón y Torre, 2016), generando situaciones límites en muchos establecimientos, comprometiendo el manejo productivo y sanitario de los animales.

MEJORA DE LA SITUACIÓN COYUNTURAL Y NUEVOS HORIZONTES DE INVESTIGACIÓN

Los factores desfavorables que tienen una incidencia importante en el control de la enfermedad están directamente o indirectamente asociados con los cambios en los sistemas de producción y la crisis que sufre el sector lechero. Es difícil predecir en qué contexto se desarrollará la lechería argentina en los próximos años, ya que la crisis en la que está sumida el sector actualmente, depende de varios factores, tanto internos como externos (Garzón y Torre, 2016). Sin embargo, los ejes principales del control de la enfermedad son conocidos y están claramente establecidos. Las tareas de extensión y difusión de información sobre medidas de control en enfermedades como la mastitis que, salvo en el caso de patógenos puntuales, no puede erradicarse, deberán reforzarse y apuntar tanto a aspectos básicos como lo es la capacitación de la mano de obra en el tambo, concientización de los productores y mantenimiento y profundización de sistemas de educación continua para los profesionales asesores en calidad de leche.

Respecto de los nuevos horizontes de investigación, se hará hincapié en aquellos tendientes a mejorar el control de la enfermedad, enunciando los motivos que los justifican. El concepto “Una sola salud” que fuera introducido a comienzos de la década del año 2000, resume la noción conocida desde hace más de un siglo: “que la salud humana y la sanidad animal son interdependientes y están vinculadas a los ecosistemas en los cuales coexisten” (OIE, 2013). En este contexto, se hace foco en la gran preocupación por el incremento de la resistencia a los antibióticos, los cuales deben ser considerados como un bien público. Esta consideración orienta la ejecución de acciones para generar conciencia sobre su uso racional, establecer políticas regulatorias, instaurar sistemas de monitoreo y promover investigaciones para desarrollar tanto nuevos agentes antimicrobianos como alternativas de control no antibiótico para remplazar o complementar el uso de los mismos. En el caso puntual de mastitis bovina, como fuera mencionado, los programas de control de la enfermedad que fueron establecidos en la década del 60 y siguen siendo aplicados actualmente (Neave et al. 1969), están basados en higiene durante el ordeño y terapia antibiótica. Esta última ha sido usada en forma extensiva tanto como terapéutica como profiláctica, lo cual implica la potencial generación de resistencia a antibióticos como su aparición en la cadena alimentaria (Oliver et al., 2011). Además, se debe considerar que la respuesta al tratamiento antibiótico de organismos como *S. aureus* es pobre, debido a factores no relacionados con la resistencia a los antibióticos (Barkema et al., 2006). Por lo tanto, los enfoques alternativos para el control de IIM, van dirigidos tanto a (1) impulsar el descubrimiento de nuevos agentes antimicrobianos, (2) fortalecer el sistema inmune de la vaca en aquellas etapas en las cuales existe una mayor susceptibilidad a contraer infecciones y (3) aumentar la resistencia natural de la vaca a las infecciones mediante la selección genética.

(1) Dentro de los potenciales nuevos agentes antimicrobianos se han evaluado bacteriófagos, nanopartículas y compuestos naturales derivados de plantas, animales y bacterias (Gomes y Henriques, 2016). Las nanopartículas se han mostrado promisorias como sistemas de administración tanto de antimicrobianos clásicos como de nuevos compuestos poco propensos a generar resistencia (Cardozo et al., 2014). Varios compuestos naturales derivados de plantas y animales han mostrado buen efecto inhibitorio *in vitro* y baja toxicidad frente a células eucariotas (Gomes y Henriques, 2016). Las bacteriocinas son péptidos producidos por bacterias, que matan o inhiben otros microorganismos relacionados o no (Perez et al., 2014). La mayoría de las bacteriocinas muestran actividad contra cepas relacionadas con sus cepas productoras, aunque algunas

han demostrado tener actividad antimicrobiana contra bacterias de otros géneros (Perez et al., 2014). Muchos de estos compuestos antimicrobianos, que han mostrado buen efecto *in vitro*, deben superar las fases de experimentación clínica.

(2) Si bien las IIM pueden producirse en cualquier momento de la lactancia, la susceptibilidad de la vaca lechera a contraer nuevas IIM se incrementa durante la involución mamaria temprana y el parto (Oliver y Sordillo, 1988). Durante la involución mamaria temprana se producen cambios morfológicos y secretorios marcados, con un incremento gradual de los elementos de la inmunidad innata (Oliver y Calvino, 1995). Durante el parto, las vacas sufren un incremento de las demandas de energía, proteína, vitaminas y minerales para mantener el desarrollo fetal, producción de calostro y de leche (Bell, 1995). Las fallas en la adaptación a estos requerimientos conducen a un balance negativo de energía y proteína, así como a deficiencias en los niveles de minerales y vitaminas, los cuales han sido asociados a disminución de la función inmune (Sordillo y Mavangira, 2014). Para fortalecer el sistema inmune, tanto durante la lactancia como en estos períodos críticos, se ha explorado la vacunación para aumentar la resistencia específica contra determinados agentes etiológicos. Hasta el presente existe una vacuna con probada eficacia para reducir la severidad clínica en mastitis causadas por organismos coliformes (Wilson y González, 2003); mientras que la vacunación contra *S. aureus* ha mostrado eficacia dispar (Pereira et al., 2011) y contra *Str. uberis* aún se están desarrollando fases experimentales (Prado et al., 2011). Esto implica posibilidades tanto para mejorar u optimizar las vacunas existentes sobre la base de nuevas tecnologías (agregado de subunidades antigénicas, uso de adyuvantes de última generación), como para explorar nuevos desarrollos tales como vacunas de ADN o investigación de nuevos potenciales antígenos por vacunología reversa, entre otros (Schubert-Unkmeir y Christodoulides, 2013). Asimismo, se han evaluado distintos agentes inmunomoduladores a base de componentes bacterianos y extractos vegetales, sobre todo aplicados al momento del secado de la vaca, a los efectos de acelerar la involución mamaria y estimular la respuesta inmune innata (Dallard et al., 2007; Baravalle et al., 2010; Lanctôt et al., 2017), restando la realización de pruebas clínicas para determinar la eficacia de los mismos.

(3) La selección de animales que muestren resistencia natural a determinadas enfermedades y en particular a mastitis bovina es otro enfoque que se ha propuesto (Rupp y Boichard 2003) y que es actualmente un área de intensa investigación. A los clásicos estudios fenotípicos, en la actualidad se ha incorporado el uso de la genómica, que utiliza

datos fenotípicos (productivos, sanitarios), información molecular (marcadores genéticos) y biología computacional, con la finalidad de identificar animales con características superiores para ser usados en programas de mejoramiento (selección genómica) (Nani et al., 2015). Esta estrategia puede duplicar el índice de ganancia genética en el ganado lechero (Hayes et al., 2009).

CONCLUSIONES

La mastitis bovina es una enfermedad estrechamente ligada a la producción de leche, la cual puede controlarse, pero no erradicarse. Durante la década de 2000 se produjeron importantes avances en el control de esta enfermedad en nuestro país, los cuales se vieron disminuidos desde fines de esa década hasta la actualidad. Si bien las causas de este retroceso son multifactoriales y algunas están asociadas a los cambios en los sistemas de producción y a la crisis que sufre el sector lechero, las medidas básicas de control están claramente establecidas. El desafío para recuperar los niveles de calidad sanitaria logrados a principios de la década de 2000, se debe centrar en reforzar las actividades de extensión, difusión y concientización. Asimismo, las actividades de investigación sobre nuevas medidas de control que se están llevando a cabo, enmarcadas en el constante incremento de la productividad, brindarán nuevas herramientas para complementar las existentes en la preservación de la salud mamaria.

Palabras clave: mastitis bovina, producción láctea, control de mastitis

Keywords: bovine mastitis, milk production, mastitis control

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, C.N., Chertcoff, R.E., Martínez, M.B., Nimo, J.M., 2001. Udder pathogens prevalence in dairy cows from Argentina. In: ANNUAL MEETING-NATIONAL MASTITIS COUNCIL INCORPORATED. National Mastitis Council. Reno, Nevada. 40: 177-178.
- Amand de Mendieta, V., Micheo, C., Soriano, C., Tabera, A., Stefano, A., Casanovas, G., Purrán, P., Corradetti, A., Carabajal, S. 2001. Aislamiento e identificación de patógenos mamarios de animales bovinos lecheros de la Cuenca Mar y Sierras. Revista Veterinaria Argentina, 18:499-504.
- Bell, A.W. 1995. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. Journal of animal Science, 73:2804-2019.
- Baravalle, C., Dallard, B.E., Ortega, H.H., Neder, V.E., Canavesio, V.R., Calvino, L.F., 2010. Effect of Panax ginseng on cytokine expression in bovine mammary glands at drying off. Veterinary Immunology and Immunopathology, 138:224-230.
- Barkema, H.W., Schukken, Y.H., Zadoks, R.N., 2006. The role of cow, pathogen, and treatment regimen in the therapeutic success of bovine Staphylococcus aureus mastitis. Journal of Dairy Science, 89:1877-95.
- Booth, J.M., 1981. The importance of udder health in relation to milk quality improvement and control. Milk Quality Improvement and Control. Eds. J.D. Collins and J. Hannan. University College Dublin. Pg. 1-11.

- Buelink, D., Schaller, A., Labriola, S., 1996. Principales cuencas lecheras argentinas. Sec. Agr., Pesca y Aliment. Subs. Aliment., Depto. de Lechería. Pg. 54.
- Calvino, L.F., Vitulich, C.A., Zurbriggen, M.A., Canavesio, V.R., Tarabla, H.D., 1991a. Prevalencia de microorganismos patógenos de la ubre en rodeos de la cuenca lechera santafesina. *Therios* 18:188-196.
- Calvino, L.F., Delgado, A.R., Vitulich, C.A., Occhi, H.L., Canavesio, V.R., Zurbriggen, M.A., Tarabla, H.D., 1991b. Susceptibilidad in vitro a los antimicrobianos de microorganismos aislados a partir de mastitis clínicas en tambos de la cuenca lechera santafesina. *Revista Veterinaria Argentina*, 8: 677-680.
- Calvino, L.F. & Tirante, L. 2005. Prevalencia de microorganismos patógenos de mastitis bovina y evolución del estado de salud de la glándula mamaria en Argentina en los últimos 25 años. *Revista FAVE Sección Ciencias Veterinarias*, 4:29-40.
- Cardozo, V.F., Lancheros, C.A., Narciso, A.M., Valereto, E.C., Kobayashi, R.K., Seabra, A.B., Nakazato, G., 2014. Evaluation of antibacterial activity of nitric oxide-releasing polymeric particles against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* from bovine mastitis. *International Journal of Pharmaceutics*, 473:20-29.
- Chaves, C.J.; Tirante, L., Pol, M., Bas, D., Vandoni, R., Olivieri, R., 2001. Prevalence of intramammary infections in 74 dairy herds located in Argentina. 40th. Ann. Meet. Natl. Mastitis Council. Reno, Nevada. Pg. 205-206.
- Chertcoff, R., Tirante, L., Chaves, C.J., La Manna, M., Olivieri, R., 1996. Relevamiento de infecciones mamarias en tambos de distintas cuencas lecheras del país. Cong. Nac. Cal. de Leche y Mastitis. Río Cuarto, Córdoba. P. A-12.
- Chertcoff, R.E., Acuña, C.N., Izak, E., 2001. Prevalence and antimicrobial susceptibilities of mastitis pathogens isolated from clinical cases of Argentine dairy cows. 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality. Vancouver, BC, Canada. Pg. 418-419.
- Chmiec, J. & Gambuzzi, E.L. 2007. Cambios detectados en los sistemas de producción de leche de Argentina. *Revista Argentina de Producción Animal*, 27 (Supl.): 322-323.
- Dallard, B.E., Ruffino, V., Heffel, S., Calvino, L.F., 2007. Effect of a biological response modifier on expression of growth factors and cellular proliferation at drying off. *Journal of Dairy Science*, 90:2229-2240.
- Dieser, S.A., Vissio, C., Lasagno, M.C., Boggi, C.I., Larriestra, A.J., Odierno, L.M., 2014. Prevalence of pathogens causing subclinical mastitis in Argentinean dairy herds. *Pakistan Veterinary Journal*, 34 124-126.
- Fox, L.K. & Gay, J.M., 1993. Contagious mastitis. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 9:475-487.
- Garzón, J.M. & Torre, N., 2016. Análisis de la Rentabilidad del Tambo en ciclo 2015/16 y proyecciones para ciclo 2016/17. Publicación conjunta del IERAL de Fundación Mediterránea y el Ministerio de Agricultura y Ganadería del gobierno de la Provincia de Córdoba. *Monitor Agro de Córdoba* N°10. Pg. 64.
- Giraudo, J., Rampone, H., Martínez, L., Calzolari, A., 1995. Recuento de células somáticas en leche bovina de cuartos mamarios, con y sin aislamiento microbiano. *Revista de Medicina Veterinaria*, 76:6-10.
- Gomes, F., Henriques, M. 2016. Control of bovine mastitis: old and recent therapeutic approaches. *Current Microbiology*, 72:377-382.
- González, R.N., Giraudo, J.A., Busso, J.J., 1980. Investigación en mastitis subclínicas. II Agentes etiológicos bacterianos. *Revista de Medicina Veterinaria*, 61:225-234.
- González, R.N. & Echaide, I.E. 1983. Estudio sobre sanidad animal en el noroeste argentino. VII. Mastitis clínica bovina en establecimientos lecheros del Valle de Lerma, Salta. *Revista de Medicina Veterinaria*, 64:24-36.
- Gutman, G., Guiguet, E., Rebolini, J., 2003. Los ciclos en el complejo lácteo argentino. Análisis de políticas lecheras en países seleccionados. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Programa Calidad de los Alimentos Argentinos. www.alimentosargentinos.gov.ar/programa_calidad/Estudio_lacteo.pdf Pg. 267.
- Hayes, B.J., Bowman, P.J., Chamberlain, A.J., Goddard, M.E., 2009. Genomic selection in dairy cattle: Progress and challenges. *Journal of Dairy Science*, 92:433-443.
- Hogan, J. & Smith, K.L. 2003. Coliform mastitis. *Veterinary Research*, 34:507-519.
- Izak, E., Bonazza, J., Perren, L., 2007. Prevalence and antimicrobial resistance of mastitis pathogens isolated from dairy herds in Argentina. NMC Annual Meeting Proceedings. Pg. 248-249
- Izak, E. & Ackermann, S. 2010. Prevalence and incidence of clinical mastitis at early lactation in dairy farms with low bulk tank somatic cell count of Argentina. NMC Annual Meeting Proceedings. Pg. 266-267.

- Lanctôt, S., Fustier, P., Taherian, A.R., Bisakowski, B., Zhao, X., Lacasse, P., 2017. Effect of intramammary infusion of chitosan hydrogels at drying-off on bovine mammary gland involution. *Journal of Dairy Science*, 100:2269–2281.
- Nani, J.P., Raschia, M.A., Carignano, H., Poli, M.A., Calvino, L.F., Amadio, A.F., 2015. Single Nucleotide Polymorphisms in Candidate Genes and their relation with somatic cell scores in Argentinean dairy cattle. *Journal of Applied Genetics*, 56:505-513.
- National Mastitis Council. 2016. Recommended mastitis control program. <http://www.nmconline.org>. Pg. 2.
- Neave, F.K., Dodd, F.H., Kingwill, R.G., Westgarth, D.R., 1969. Control of mastitis in the dairy herd by hygiene and management. *Journal of Dairy Science*, 52:696–707.
- OCLA (Observatorio de la Cadena Láctea Argentina). 2017. Lechería Argentina. <http://www.ocla.org.ar/>
- OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal). 2013. Una sola salud. En: Boletín N°1. Pg. 1.
- Oliver, S.P. & Sordillo, L.M. 1988. Udder health in the periparturient period. *Journal of Dairy Science*, 71: 2584-2606.
- Oliver, S.P. & Calvino, L.F. 1995. Influence of inflammation on mammary gland metabolism and milk composition. *Journal of Animal Science*, 73 (Suppl. 2):18-33.
- Oliver, S.P., Murinda, S.E., Jayarao, B.M., 2011. Impact of antibiotic use in adult dairy cows on antimicrobial resistance of veterinary and human pathogens: a comprehensive review. *Foodborne Pathogens and Disease*, 8:337-355.
- Pereira, U.P., Oliveira, D.G.S., Mesquita, L.R., Costa, G.M., Pereira, L.J., 2011. Efficacy of *Staphylococcus aureus* vaccines for bovine mastitis: a systematic review. *Veterinary Microbiology*, 148:117-24.
- Perez, R.H., Zendo, T., Sonomoto, K., 2014. Novel bacteriocins from lactic acid bacteria (LAB): various structures and applications. *Microbial Cell Factories* 13(Suppl 1):S3.
- Prado, M.E., Almeida, R.A., Ozen, C., Luther, D.A., Lewis, M.J., Headrick, S.J., Oliver, S.P., 2011. Vaccination of dairy cows with recombinant *Streptococcus uberis* adhesion molecule induces antibodies that reduce adherence to and internalization of *S. uberis* into bovine mammary epithelial cells. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 141:201–208.
- Quintana, J., 2014. Producción primaria. En: Lechería Argentina. Anuario 2014. Fundación PEL. Pg. 5-29.
- Rivero, V.B., Vena, M.M., Corbellini, C.N., 1984. Resultados bacteriológicos en casos de mastitis clínicas en rodeos lecheros de la cuenca de abasto del Gran Buenos Aires. *Revista Argentina de Producción Animal*, 4:211-223.
- Rodríguez, L.G., Puricelli, F., Daglio, C., Rivero, M. 2015. Distribución de patógenos de mastitis clínica y su relación con factores en la Cuenca Oeste. Trabajo final FCV – UNCPBA. Pg. 1-30.
- Rupp, R. & Boichard, D., 2003. Genetics of resistance to mastitis in dairy cattle. *Vet Res* 34:671–688.
- SAGPyA. 2005. Propuestas para el mejoramiento de la competitividad de la lechería argentina. Ed. por Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Pg. 17.
- SAGPyA. 2008. Precio de leche cruda informado por la industria. Septiembre 2008. http://www.sagpya.gov.ar/new/0-0/programas/PN_politica_lechera/index.php.
- Schalm, O.W., Carroll, E.J., Jain, N.C., 1971. Bovine Mastitis. Pg. 360. Lea & Febiger. Philadelphia.
- Schubert-Unkmeir, A, Christodoulides, M. 2013. Genome-based bacterial vaccines: Current state and future outlook. *BioDrugs* 27:419–430.
- Signorini, M.L., Canavesio, V.R., Neder, V.E., Molineri, A.I., Vitulich, C.A., Tarabla, H.D., Calvino, L.F., 2008. Valores predictivos y sensibilidad a nivel de rodeo de mastitis a partir de las características de las pruebas diagnósticas individuales y el tamaño del muestreo. *Revista InVet*. 8: 91-102.
- Sordillo, L.M. & Mavangira, V., 2014. The nexus between nutrient metabolism, oxidative stress and inflammation in transition cows. *Animal Production Science*, 54:1204-1214.
- Taverna, M.A. & Fariña, S., 2013. La producción de leche en Argentina. Fundación para la Promoción y el Desarrollo de la Cadena Láctea Argentina. Pg. 30.
- Tessi, M.A., de Esponda, R.A., Sabbatini de Comini, L., Giavedoni de Taher, M.D., Paura, A., Moguilevsky, M.A., Casado, N., Romano, L., Weidmann, P., 1979. Etiología microbiana de mastitis bovina subclínica en la cuenca lechera santafesina. *Revista Argentina de Microbiología*, 11:49-56.
- Tirante, L., Bas, D., Pol, M., Olivieri, R., Vandoni, R., Chaves, C.J., 1998. Prevalencia y etiología de infecciones intramamarias en vacas de 38 hatos lecheros en Argentina. *Cong. Panam. Cont. Mast. y Cal. de Leche*. Mérida, México. Pg. 122.
- Todhunter, D.A., Smith, K.L., Hogan, J.S., 1995. Environmental streptococcal intramammary infections of the bovine mammary gland. *Journal of Dairy Science*, 78:2366-2374.

- Vissio, C., Dieser, S. A., Raspanti, C. G., Giraudo, J. A., Bogni, C. I., Odierno, L. M., Larriestra, A. J., 2013. Dairy herd mastitis program in Argentina: farm clusters and effects on bulk milk somatic cell counts. *Pakistan Veterinary Journal*, 33:80-84.
- Wilson, D.J. & González, R.N., 2003. Vaccination strategies for reducing clinical severity of coliform mastitis. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 19:187-197.
- Zadoks, R.N., Middleton, J.R., McDougall, S., Kathlom, J., Schukken, Y.H., 2011. Molecular epidemiology of mastitis pathogens of dairy cattle and comparative relevance to humans. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, 6:357–372.
- Zecconi, A., Calvino, L., Fox, L., 2006. *Staphylococcus aureus* intramammary infections. *Bulletin of the International Dairy Federation*. 408/2006. Pp 39. FIL-IDF.

Incorporación del Académico Correspondiente en el Extranjero, Dr. Eugenio Díaz- Bonilla

Conferencia

Escenarios futuros del sistema agro-alimentario mundial: algunas reflexiones para América Latina y Argentina

Dr. Eugenio Díaz-Bonilla¹

¹Académico Correspondiente. Academia Nacional de Agricultura y Veterinaria. Presentación de mayo de 2017, con motivo de su incorporación.

INTRODUCCIÓN

El artículo 2° de los estatutos de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria indica como primer fin “a) Estudiar y contribuir a dilucidar cuestiones de índole científica y técnica relacionadas con las ciencias agronómicas o veterinarias.” De manera más directa, la introducción a la historia de la Academia menciona como objetivo “servir a la humanidad a través del protagonismo en las ciencias agronómicas y veterinarias.” Para cumplir esos mandatos la Academia aplica su gran capacidad analítica y técnica para solucionar los problemas actuales de nuestro país, así como para hacer frente a los desafíos y oportunidades del futuro.

El objetivo de este trabajo es considerar potenciales escenarios futuros para el sistema agro-alimentario mundial y sus implicaciones para América Latina y el Caribe (ALC) y nuestro país, como un insumo para el planeamiento estratégico del trabajo científico de la Academia, y del que realizan todos aquéllos dedicados a la crucial tarea de “servir a la humanidad a través del protagonismo en las ciencias agronómicas y veterinarias.”

Con ese fin el presente documento se divide en seis secciones incluyendo esta Introducción. En la segunda sección, se discuten brevemente algunos aspectos metodológicos de la prospectiva y de la construcción de escenarios futuros. La tercera sección presenta una breve perspectiva sobre el desarrollo de la producción y exportaciones agroalimentarias mundiales, de ALC y de nuestro país, en las últimas décadas. Esta sección sirve de antecedente para tratar de entender mejor el posible

¹ MA en Relaciones Internacionales, PhD en Economía, The Johns Hopkins University. Head, LAC Program, IFPRI. Profesor invitado de la Catholic University of America, y de la George Washington University, ambas en Washington DC.

desarrollo futuro de las dimensiones estratégicas que sirven para definir los escenarios agroalimentarios prospectivos, que como se verá, presentan numerosas incógnitas. Esto último es el foco de la sección cuarta. En la quinta sección se presentan algunas reflexiones sobre políticas públicas, inversiones e instituciones que pueden ayudar al sector agro-alimentario regional y nacional a operar mejor en ese futuro incierto. El trabajo finaliza con una breve conclusión.

ALGUNOS ASPECTOS METODOLÓGICOS

Una metodología para pensar más sistemáticamente acerca de posibles opciones futuras es la de escenarios para la planeación estratégica. A su vez el uso de escenarios es uno de los enfoques más comunes dentro del conjunto más general de los llamados “estudios de prospectiva” (foresight studies, en inglés).²

En general, los escenarios son visiones o descripciones plausibles del futuro, basadas en un conjunto coherente e internamente consistente de supuestos acerca de las dimensiones estratégicas y fuerzas motrices claves y de las interrelaciones significativas entre ellas (Porter (1985), y Millennium Ecosystem Assessment (2005)). Uno de los componentes centrales de la construcción de escenarios es definir las dimensiones estratégicas y fuerzas impulsoras,³ y caracterizar su evolución y posibles interacciones. Este tema va a ser el foco central de este trabajo.

Otros aspectos a considerar en la construcción de escenarios son los objetivos del ejercicio, el número de los mismos, y el horizonte temporal. Respecto de objetivos, puede haber diferentes tipos de escenarios dependiendo de las principales preguntas que el usuario puede plantear sobre las relaciones fundamentales y las fuerzas impulsoras. Por ejemplo, Borjeson et al. (2005) consideran que hay tres tipos de escenarios: a) predictivos (qué pasará); b) exploratorios (lo que podría suceder); y c) normativos (cómo alcanzar un objetivo específico).

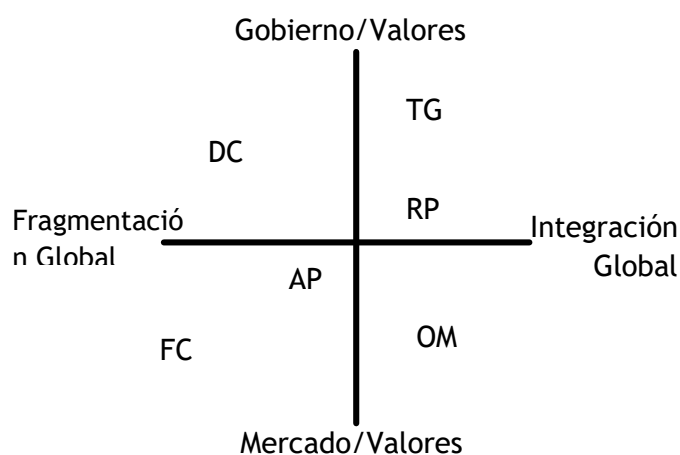
² El concepto de prospectiva se inició durante los años 50 en Estados Unidos con la RAND Corporation. Durante los años 70 empezó a ser utilizado en Japón, en los años 80 en Argentina, Australia, Canadá, Francia, Suecia, Holanda y Reino Unido. Comenzó principalmente en el sector público, pero fue extendiéndose también entre el sector privado. La literatura sobre estos temas es extensa (ver por ejemplo, UNIDO, 2005 entre otros trabajos).

³ Por ejemplo, en el Millennium Ecosystem Assessment (2005) define como fuerzas impulsoras las siguientes: desarrollo poblacional (distribución total y por edad); desarrollo económico (crecimiento esperado del PBI per cápita y cambios en la estructura económica); desarrollo tecnológico (incluyendo variables clave tales como tasa de mejora en la eficiencia del agua, tasa de crecimiento de los rendimientos de los cultivos); comportamiento humano (supuestos acerca de las preferencias de las personas); factores institucionales (que afectan a cuestiones como el comercio o las transferencias de tecnología) (Alcamo *et al.*, 2005)

Respecto del número de escenarios, muchos ejercicios parecen asentarse en cuatro escenarios, resultantes de la selección de dos dimensiones para organizar el análisis, lo que da una matriz con cuatro celdas (Berkhout & Hertin, 2002). En otros casos, el número de cuatro escenarios resulta de la construcción de las siguientes alternativas: 1) una extrapolación de la evolución actual; 2) un escenario de "tiempos difíciles"; 3) un escenario "aspiracional" o "visionario"; y 4) un escenario "estructuralmente diferente" (disruptivo), que puede definir un cambio de paradigma, que no tiene que ser malo o bueno.

Van Vuuren & Kriegler (2012) identifican seis escenarios principales que parecen abarcar la mayoría de los escenarios desarrollados para otros ejercicios globales. Esos escenarios son: 1) Optimismo de mercado (OM); 2) Reforma de políticas (RP); 3) Transformación Global (TG); 4) Descentralización con Convergencia en Valores (DCV); 5) Fragmentación Conflictiva (FC); y 6) Arreglarse como se Pueda (AP; “muddling through” en inglés).⁴ Los escenarios pueden ser racionalizados considerando dos ejes: el primero mide el nivel de intervención gubernamental y la prevalencia de valores comunitarios, frente a la orientación al mercado y una ética más individualista. El otro eje considera si el proceso de integración económica y política global continúa o si el mundo vuelve a un sistema de gobierno nacional más fragmentado con menor integración económica y sin coordinación institucional formal (véase el Gráfico 1). No obstante ser un modelo de dos por dos, se llega a seis escenarios al considerar gradaciones de en la realización de algunas de las dimensiones consideradas.

Gráfico 1: Tipos de Escenarios



Fuente: Van Vuuren & Kriegler (2012); Díaz-Bonilla et al. (2013).

⁴ Por ejemplo, Díaz-Bonilla et al. (2013) utilizan un esquema similar al Van Vuuren & Kriegler (2012), para discutir opciones para la investigación agropecuaria en América Latina y el Caribe.

Respecto del horizonte temporal, los escenarios pueden abarcar una variedad de períodos, desde el muy corto plazo (menos de 1 año) hasta el muy largo plazo (100 años). De nuevo, los objetivos del ejercicio definen la temporalidad considerada.

La breve discusión previa muestra que hay una gran variedad de metodologías dependiendo del nivel y objetivo del análisis. En lo que sigue, como se dijo, el análisis se va a centrar en describir las dimensiones estratégicas principales y discutir en mayor detalle algunas de ellas, centrándose en un escenario de tipo predictivo, para un horizonte de corto-mediano plazo.⁵

El Cuadro 1 muestra esquemáticamente diferentes dimensiones estratégicas que conviene considerar en este análisis prospectivo de escenarios agro-alimentarios globales. Están divididas en dos ejes: el primero considera si esas dimensiones se refieren a la economía y la sociedad en su conjunto o al sector agropecuario; el segundo, distingue si se está considerando el corto-mediano plazo, o el mediano-largo plazo.

⁵ El INTA ha realizado un interesante trabajo de prospectiva con diferentes escenarios; ver Patrouilleau *et al.*, (2012).

Cuadro 1: Dimensiones Estratégicas

Dimensiones Estratégicas		
	Dimensiones Generales de la Economía y Sociedad	Dimensiones Específicas del Sector Agro-alimentario
Corto-Mediano Plazo	Crecimiento económico, Empleo (ciclo)	Políticas sectoriales y de comercio internacional ligadas al sector agropecuario
	Tipo de Cambio, Tasa de Interés, Flujos de Capital, y Otros Factores Macroeconómicos	Políticas de Biocombustibles (corto plazo)
	Precios de "Commodities," incluyendo Energía	Precios de productos agropecuarios. Stocks como porcentaje del uso de productos
	Variación Climática y Eventos Extremos (en general)	Variación Climática y Eventos Extremos (en relación con el sector agropecuario).
Mediano-Largo Plazo	Globalización y Gobernanza Global (estructuras internacionales de gobierno, en general)	Globalización y Gobernanza Global (estructuras internacionales de gobierno, relacionadas con el sector agro-alimentario)
	Aspectos Demográficos y Culturales	Patrones de Consumo (urbanización, salud, requerimientos de sostenibilidad, consumo de carne, otros valores culturales)
	Crecimiento económico, distribución del ingreso, empleo (tendencias)	Evolución de la estructura agraria y de las cadenas de valor, y del balance urbano/rural
	Acuerdos comerciales internacionales en general	Acuerdos comerciales internacionales en los aspectos agropecuarios. Regulaciones públicas y estándares privados para agricultura y alimentos
	Tecnología e innovación en general	Tecnología e innovación agropecuaria
	Energía	Biocombustibles (largo plazo).
	Disponibilidad y uso de recursos naturales en general	Disponibilidad y uso de recursos naturales en relación con sector agropecuario
	Cambio Climático (en general)	Cambio Climático (en relación con el sector agropecuario)

Fuente: elaboración personal adaptada de Zahniser, (2012).

El punto de referencia para este ejercicio es la narrativa bastante generalizada que presenta un mundo de oportunidades prácticamente ilimitadas para la producción y las exportaciones agroalimentarias de ALC y Argentina en las próximas décadas debido a la expansión de la población mundial y el crecimiento económico global. Si bien esa narrativa tiene elementos plausibles, se corre el riesgo de exagerar las oportunidades y descontar riesgos no triviales que también existen. Por tanto, conviene considerar con realismo diversos escenarios potenciales a nivel global para poder planificar y prepararse de la mejor manera para las próximas décadas.

¿De Dónde Venimos?

Situación General

El análisis prospectivo usualmente requiere considerar el pasado debido a que la situación actual es el punto de partida para los escenarios futuros y porque varias de las tendencias de las dimensiones estratégicas que dieron forma a la situación actual también pueden seguir operando en el futuro.

El Cuadro 2 muestra la evolución de algunos indicadores agroalimentarios a nivel mundial (se presenta el promedio de los 2010s hasta la última cifra disponible en la base de datos de FAOSTAT).

Cuadro 2: Cambios en la Producción Mundial

		Promedio 1960s	Promedio 2010s	% aumento
Disponibilidad de Alimentos	Calorías (kcal/persona/día)	2291	2869	25.2
Disponibilidad de Alimentos	Proteínas (grs/persona/día)	63	81	27.5
Población	Número (millón de personas)	3299.4	7139.6	116.4
Área Agropecuaria	Número (millón de hectáreas)	4504.3	4885.1	8.5

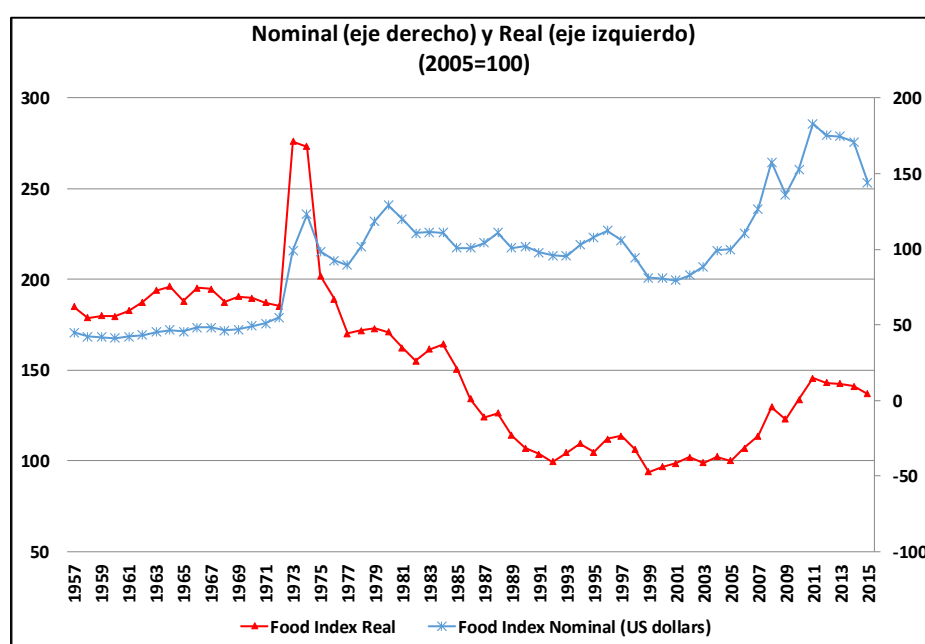
Fuente : FAO, (2012)

No obstante que la población global más que se duplicó, el mundo como un todo está produciendo alrededor de un 25% de calorías y un 27.5% de proteínas per cápita por

encima de los valores de los 1960s, y en un área productiva que aumentó solamente alrededor de un 8.5%.⁶ Como dato separado, en el caso de ALC, la disponibilidad de alimentos medida en calorías per cápita ha aumentado en un 27% y de proteínas per cápita casi el 33% desde 1960, por encima del mundo en su conjunto.

En ese período los precios reales (es decir ajustados por inflación) de los alimentos (y de los productos agropecuarios en general han caído claramente cuando se los compara con los niveles de los 1960s y 1970s (ver Gráfico 2).

Gráfico 2: Precios Nominales y Reales de los Alimentos



Fuente: elaboración propia, con datos del FMI (2015).

Es cierto que la tendencia declinante de los precios reales se ha revertido parcialmente en los últimos años, pero, en promedio, esos precios ajustados por la inflación no han alcanzado los niveles de los 1960s and 1970s.⁷

⁶ El área agropecuaria incluye tierra agrícola y pasturas. Solamente la tierra agrícola (es decir, cultivos temporarios y permanentes) llega a aproximadamente 1500 millones de hectáreas a nivel mundial. Como acá se está considerando toda la producción agropecuaria (es decir producción agrícola más producción animal) se necesita considerar también el área de pasturas.

⁷ Los precios nominales sí están por encima de los valores de esas décadas, pero eso no es una comparación adecuada al no considerarse la inflación. El salto de los precios de los productos alimentarios a principios de los 1970s, y de hecho, de todos los productos primarios incluyendo energía y metales, tuvo que ver con la importante devaluación del dólar a principios de los 1970s, una vez que EEUU abandonó en el sistema de cambios fijos de Bretton Woods (Díaz-Bonilla, 2010).

En resumen, en los últimos 50 años el mundo ha producido alimentos suficientes como para incrementar la disponibilidad de calorías y proteínas per cápita en más de una cuarta parte para una población que creció más del doble, con un incremento relativamente pequeño de la superficie agropecuaria, y con precios reales menores que en los 1960s y 1970s. Estos resultados se han debido, en buena medida, a importantes avances tecnológicos, especialmente la llamada “Revolución Verde” de semillas mejoradas, combinadas con mayor uso de fertilizantes, un manejo productivo con mejores técnicas y equipos, y una intensificación en el uso de la energía para la producción. En ALC, un aspecto central en este proceso fue la creación y fortalecimiento de institutos de investigación agropecuaria, tal como el INTA, fundado en 1956, el primero de su tipo en la región.

No obstante esos avances, debe notarse que en la actualidad se estima que todavía alrededor de casi 850 millones de personas en el mundo sufren de desnutrición⁸ (FAO-IFAD, 2013) lo que es ciertamente inaceptable dados los avances económicos y productivos de las últimas décadas. La persistencia de desnutrición está asociada a la pobreza, la desigualdad del ingreso, situaciones de guerra y conflicto social, deterioro ambiental extremo en países vulnerables, y otros elementos como la desigualdad de poder y educación que afecta a la mujer en ciertas sociedades, la falta de agua potable y saneamiento, deficiencias en los servicios de salud, y la persistencia de gobiernos autoritarios y corruptos (ver por ejemplo, FAO-IFAD, (2013) y Smith and Haddad, (2000)).

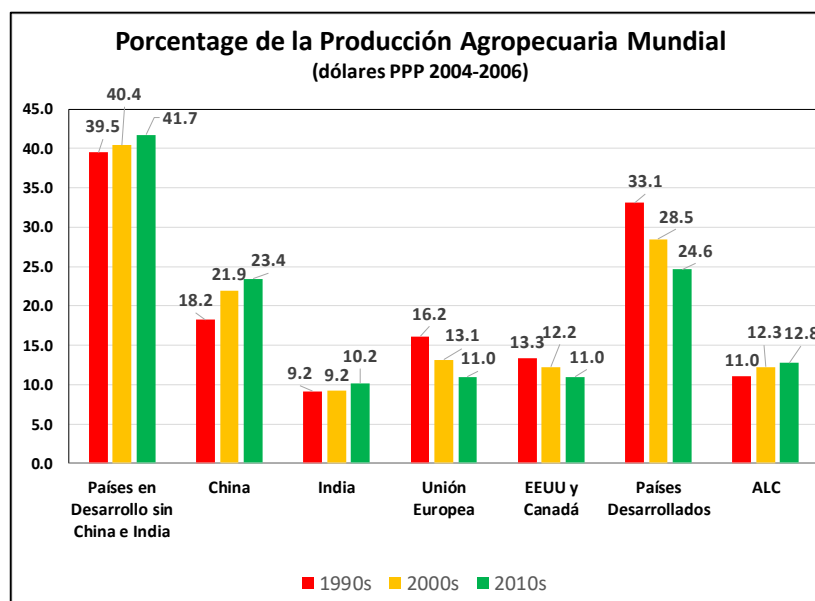
Cambios en la Estructura Productiva

El Gráfico 3 muestra los cambios en la estructura de la producción agropecuaria mundial (medida en dólares de poder de compra equivalente).⁹

⁸ El concepto de desnutrición (usualmente entendido como la falta de calorías necesarias para que el cuerpo pueda funcionar adecuadamente) es solamente un componente de la categoría más general de malnutrición, que puede incluir carencias de proteínas, minerales, vitaminas y otros productos esenciales para el desarrollo saludable, así como el exceso de consumo de calorías, grasas inadecuadas (que no son todas) y sal, que generan sus propios problemas de salud. Más adelante se vuelve sobre el concepto más general de malnutrición.

⁹ Los datos de la FAO se refieren a la producción total, lo que incluye el valor agregado en la producción más los insumos intermedios, y se calculan con precios de un año base en dólares constantes de valor de compra internacional equivalente, que son comparables entre países. Estas cifras son diferentes de los datos de las cuentas nacionales que se refieren solamente al valor agregado, y se calculan en moneda local y con precios constantes domésticos de bases anuales que no son iguales entre países. Obviamente, las tasas de crecimiento pueden ser diferentes si se las calcula usando producción total o valor agregado. Para el tipo

Gráfico 3: Evolución de la Estructura de la Producción Mundial



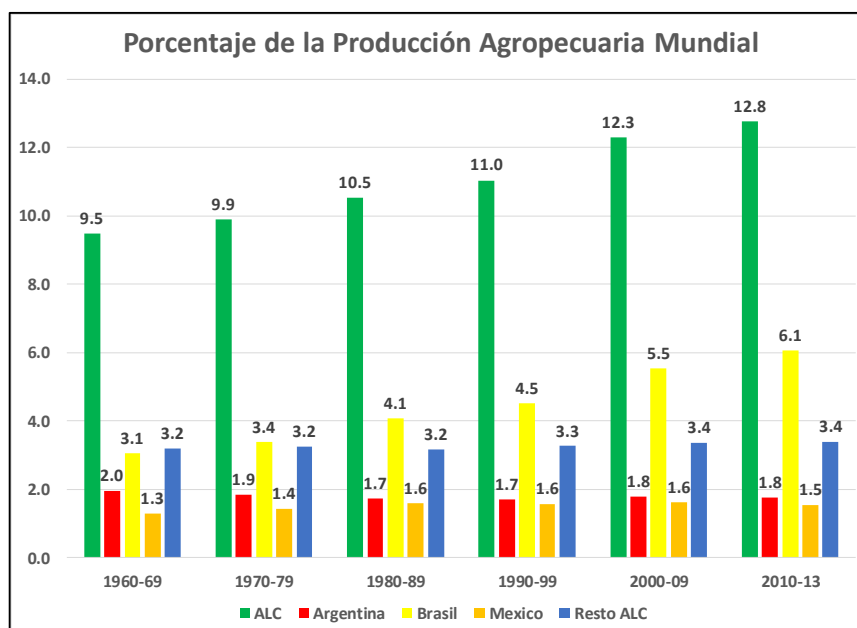
Fuente : elaboración en base a FAO, (2016)

Los países en desarrollo han aumentado su participación en la producción mundial mientras que los países desarrollados han reducido su participación desde 1990 (de 33.1% a 24.6%). Es particularmente importante el avance de China que pasó del 18% de la producción mundial en los 1990s a más del 23%. También ALC ha incrementado su participación: de representar menos del 10% de la producción agropecuaria mundial en los años sesenta (ver Gráfico 4), la región creció hasta casi el 13% en la década actual. Entonces ha superado a la Unión Europea, por un lado, y a Estados Unidos junto con Canadá, por el otro; también es casi 30% más grande que la India, pero no llega al 60% de la producción agropecuaria total de China. Estas dimensiones deben tenerse en cuenta cuando se habla, exageradamente, que ALC “puede alimentar al mundo.”

El crecimiento de ALC se debió especialmente a la expansión de la producción en Brasil (ver Gráfico 4). Si se consideran los sectores (no incluidos en el gráfico), el aumento en la producción ganadera ha sido más importante que en los cultivos.

de análisis comparativo global de este trabajo es preferible utilizar los datos de producción total calculados por la FAO.

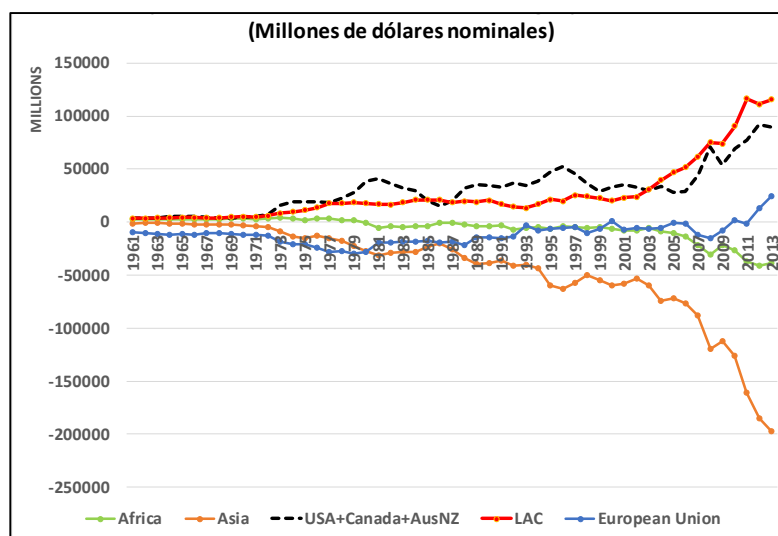
Gráfico 4: Estructura de la Producción de ALC



Fuente : elaboración en base a FAO, (2016)

Desde principios de los 2000, ALC también se ha convertido en la principal región exportadora neta (Gráfico 5), superando al siguiente grupo de exportadores netos formado por EEUU, Canadá, Australia y Nueva Zelanda.

Gráfico 5: Exportaciones Netas por Regiones y Países



Fuente : elaboración en base a FAO, (2016).

El superávit comercial neto ha sido generado principalmente por Brasil y Argentina, con alguna contribución del resto de ALC, mientras que México se ha mantenido como importador neto de alimentos. Este aumento de las exportaciones netas se produjo junto con importantes cambios en la estructura productiva y de exportaciones: desde los años sesenta, los productos tropicales tradicionales, como el café, el cacao, el azúcar y los textiles han perdido participación, mientras que las frutas y hortalizas, las oleaginosas y los productos cárnicos han aumentado su peso en el total. Otros productos como las bebidas alcohólicas y el tabaco también han aumentado su porcentaje en las exportaciones.

El aumento de la producción agrícola y alimentaria y de las exportaciones de ALC, aunque se benefició de mejoras en la productividad, también estuvo asociado, considerando el último medio siglo, con una importante expansión del área agrícola que puede ser difícil de sostener en el futuro. Según FAOSTAT, las tierras agrícolas mundiales (cultivos y pastos) aumentaron alrededor de 380 millones de hectáreas entre las décadas de los 1960s y la actualidad y ALC representó más del 40% de ese aumento. Parte de ese incremento del área agropecuaria en su conjunto tuvo como correlato la reducción del área de bosques: entre 1990 y 2010 dos tercios de todos los bosques talados a nivel mundial ocurrieron en ALC, especialmente en Brasil. No es de extrañar entonces, que, aunque la región tiene niveles comparativamente bajos de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), los cambios en el uso de la tierra representan el mayor porcentaje de emisiones de GEI en la región: 46% comparado con el 17% para el mundo y el 30% de los países en desarrollo como un todo (De la Torre, Fajnzylber y Nash, 2009).

Estos desarrollos tienen implicaciones importantes para la biodiversidad y el material genético, considerando que la región concentra algunas de las mayores reservas mundiales en esos aspectos.

Algunos comentarios sobre Argentina

Como muestra el Gráfico 4, Argentina pasó de representar un 2% de la producción mundial en los 1960s a alrededor del 1.8% en la actualidad. Esa disminución se debió a la caída de la producción ganadera, que en los 1960s representaba entre el 3-3.5% de la producción pecuaria mundial, y ha bajado actualmente a alrededor del 1.5%. La producción agrícola, por su parte, ganó participación hasta llegar a algo más del 2% del total mundial en la actualidad.

Obviamente, y en línea con el desempeño diferencial de los dos subsectores, la estructura del valor de la producción del sector en la Argentina también se ha modificado significativamente: en los 1960s la producción animal representaba un 60% del total y la producción agrícola el restante 40%; luego esa estructura estuvo más o menos equilibrada desde mitad de los 1970s hasta principios de los 1990s; pero desde entonces, el sector agrícola ha ido ganando participación, llegando en la década de los 2010s a una proporción de casi 70% del valor de la producción agropecuaria, contra algo más del 30% para la producción pecuaria. El primer descenso del porcentaje de la producción pecuaria en los 1970s estuvo en parte asociado al cierre del mercado de la entonces Comunidad Económica Europea para las exportaciones de carne, mientras que el segundo quiebre ha sido influenciado por el avance de la agricultura, especialmente la soja, que ha ido desplazando a la ganadería.

La participación de la Argentina en la producción mundial no refleja tanto la importancia de nuestro país en el sistema agroalimentario mundial como sí lo hacen los indicadores de comercio, y en particular si se toman las exportaciones netas (es decir exportaciones menos importaciones). El Cuadro 3 muestra el valor de las exportaciones netas de los 15 primeros países a nivel mundial.

Cuadro 3: Principales Países Exportadores Netos (Exportaciones menos Importaciones)

Exportaciones Agropecuarias Dólares)	Netas (Millones de de	Promedio 2010s
Brasil		66825.6
Argentina		37329.8
EEUU		34357.7
Holanda		30910.5
Australia		22504.7
Tailandia		21519.1
Indonesia		20061.0
Francia		16404.5
India		15899.5
Nueva Zelandia		15073.2
Malasia		12603.2
Canadá		10209.1
España		10070.9
Ucrania		7867.1

Fuente : elaboración en base a FAO, (2016).

Argentina ha sido el segundo exportador neto mundial de productos agropecuarios en 2010/2013, luego de Brasil, y antes que los EEUU y Holanda.¹⁰ Nótese la presencia de varios países en desarrollo en esa lista, y en particular la India, que tiene un valor de exportaciones netas superior a Canadá y España.

Por supuesto que si tomamos las exportaciones totales (y no como antes la diferencia de exportaciones menos importaciones) Argentina baja al puesto número 11, detrás de, en ese orden, EEUU, Holanda (el comentario de la nota al pie de página sigue siendo relevante acá), Alemania, Brasil, Francia, China, Bélgica, Canadá, España e Italia. Nótese también la ubicación de China, que durante 2010/13 exportó en total más productos agropecuarios en promedio anual que la Argentina (unos 42.000 millones de dólares, contra 39.000 millones de nuestro país). Este dato, junto con el comentario anterior sobre la India (que en el mismo período exportó casi 33.000 millones de dólares de productos agropecuarios), sugiere que los países en desarrollo, incluyendo los muy populosos, pueden ser no solamente demandantes de productos agroalimentarios sino también competidores en la producción y exportación de una variedad de ellos. Por ejemplo, en la década de los 2010s en promedio, el valor de las exportaciones de China e India individualmente en carne y productos cárnicos (todos los animales) ha sido alrededor de un 50% más que la Argentina. Notablemente, el valor de las exportaciones de carne bovina (solamente) de la India es 2.5 veces superior a la de nuestro país. China exporta casi 6 veces más en valor de frutas y hortalizas que Argentina (con una superposición importante de productos), e India supera el valor de las exportaciones de maní de nuestro país en más de 2 a 1.

Esto es relevante porque una parte de la narrativa a la que nos referíamos en la introducción parece centrarse en la demanda de esos países en desarrollo con altas tasas de crecimiento económico y poblacional; pero está claro que ellos también forman parte de la oferta agroalimentaria mundial.

En resumen, en el último cuarto de siglo Argentina pasó de ser un país más ganadero a ser uno más agrícola. En el proceso, ha habido una diversificación de productos y de las exportaciones, en función de las ventajas comparativas estáticas o adquiridas de una serie

¹⁰ Este último país canaliza en parte el comercio exterior de la Unión Europea, por lo que es más difícil de determinar cuánto serían las exportaciones netas holandesas solamente. La Unión Europea como un todo ha pasado de ser importadora neta en unos 6000 millones de dólares anuales durante la década de los 2000s a ser una exportadora neta en la década actual por alrededor de 9500 millones de dólares anuales.

de regiones productivas del país. Ese importante crecimiento del producto y del comercio se ha basado no solamente en la disponibilidad de tierras aptas, y en una mejora general del clima (con aumento de las lluvias en la última mitad del siglo XX), sino en un importante cambio tecnológico, en la existencia de recursos humanos calificados, y en profundos cambios organizativos de la producción y comercialización (Reca, Lema y Flood, 2010)

Luego de un período de estancamiento desde 2008, cuando el crecimiento del sector se vio afectado por problemas climáticos, políticas sectoriales erráticas y contraproducentes, un tipo de cambio no competitivo, y el empeoramiento de las condiciones económicas mundiales a partir de la crisis de 2008-2009, el sector ha recuperado su dinamismo desde 2016. Sin embargo, persisten los problemas del tipo de cambio, y un entorno internacional de bajo crecimiento (o en el caso de Brasil, de recesión económica) que afectan al sector agropecuario argentino, y especialmente a las producciones no pampeanas.

Dimensiones estratégicas para los escenarios globales¹¹

A continuación, se desarrollan con mayor detalle algunas de las dimensiones estratégicas presentadas en el Cuadro 1. La primera dimensión estratégica analizada más abajo es la del crecimiento global y la integración mundial (o “globalización”). El crecimiento es una variable clave en las proyecciones de demanda de productos y servicios, incluyendo obviamente los agro-alimentos, pero también otros aspectos claves como el precio de la energía, y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Al mismo tiempo, la historia muestra, como se discute en mayor detalle más abajo, que el mundo ha acelerado su crecimiento en momentos de integración de la economía global, mientras que el crecimiento se ha desacelerado o estancado en momentos de quiebre del proceso de integración mundial. Por ello ambos aspectos serán discutidos conjuntamente.

La segunda dimensión estratégica es la combinación de desarrollos demográficos, de urbanización, y cambios en las preferencias, valores y condiciones de salud de los consumidores. Este conjunto de variables tiene efectos determinantes, entre otras cosas, sobre la demanda de alimentos y productos agropecuarios en general.

¹¹ Esta sección es la actualización de trabajos previos como Díaz-Bonilla et al 2013; Díaz-Bonilla et al, 2014; y Díaz-Bonilla, 2013.

La tercera dimensión estratégica, que influye en la oferta y demanda global de los agroalimentos son las políticas productivas y comerciales relacionadas con el sector agropecuario, especialmente en países (o regiones) sistémicamente importantes.

La cuarta dimensión estratégica a ser discutida es el tema de la energía. Siempre han existido vínculos directos e indirectos importantes entre la agricultura y la energía. A los aspectos tradicionales por el lado de la oferta (la energía como insumo para la producción, procesamiento y comercialización de los productos agroalimentarios) y por el lado de la demanda (el impacto de la energía sobre los ingresos de los consumidores y las diferentes maneras de preservar y preparar los alimentos), se han adicionado más recientemente las complejas vinculaciones relacionadas con el cambio climático y los mandatos para el uso de biocombustible.

Hay otras dimensiones estratégicas cruciales en el Cuadro 1 como la innovación tecnológica y el cambio climático, que no se van a discutir en detalle acá (están tratadas en mayor detalle en Díaz-Bonilla et al 2013, 2014).

Crecimiento y Globalización

Ejemplos de Proyecciones de Crecimiento

Todos los ejercicios cuantitativos de escenarios futuros para el sector agroalimentario se basan en algún tipo de estimación del crecimiento económico per cápita. Esto, junto con las proyecciones demográficas y de preferencias del consumidor, discutidas en la siguiente sección, determinan la demanda potencial para los productos considerados.

El Gráfico 6, el Gráfico 7 y el Gráfico 8 muestran las tasas proyectadas de crecimiento del PBI per cápita para el mundo en su conjunto¹² que han sido utilizadas en varios ejercicios recientes de análisis prospectivo: USDA (2015) para el análisis de la producción agrícola y el comercio hasta 2025; las estimaciones de los “Shared Socioeconomic Pathways” (SSP, o Tendencias Socioeconómicas Compartidas en español) para la Quinta Evaluación del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)¹³ (que se utilizan para estimar la emisión de gases del efecto invernadero (GEI)

¹² Las proyecciones consideran la agregación del PBI mundial usando tipos de cambio que corrigen por el poder de compra entre países (PPP en inglés). Esta agregación tiende a proyectar tasas de crecimiento más altas para la economía mundial debido a la mayor ponderación de los países en desarrollo que últimamente han estado creciendo más rápido (ver la discusión de estos cálculos en Díaz-Bonilla (2016))

y son los valores de referencia de crecimiento para muchas simulaciones)¹⁴; las proyecciones de la Agencia Internacional de la Energía (que utiliza tasas de crecimiento estimadas para proyectar la demanda y el precio de la energía); y las proyecciones de crecimiento de un ejercicio realizado por el Consejo Nacional de Inteligencia de los Estados Unidos (National Intelligence Council (2012) - NCI en los cuadros siguientes) para evaluar futuros escenarios mundiales en relación con las condiciones geopolíticas globales.¹⁵

Una manera de considerar el realismo de esas estimaciones es comparar las proyecciones (barras azules) con la historia (barras rojas). Para ello, cada gráfico representa un período de proyección diferentes: 10, 20, y 30 años¹⁶ (Gráfico 6, Gráfico 7 y Gráfico 8, respectivamente). En cada caso se lo compara con el período último equivalente (es decir si la proyección es por diez años, se la compara con los últimos diez años de datos) y con el último período de desaceleración importante de la economía mundial, entre 1973 y 1993 (este último período puede servir de referencia si, como se argumenta más adelante, el mundo puede haber entrado en una de las periódicas etapas de menor crecimiento).

¹³ Esas cifras provienen de la versión 0.9.3 de la base de datos del SSP <https://secure.iiasa.ac.at/web-apps/ene/SSPDB>. Los escenarios de SSP (1 a 5) provienen de considerar dos dimensiones de abordar el cambio climático: retos para la adaptación y desafíos para la mitigación. SSP1 es la más optimista en término tanto de la adaptación como de la mitigación, mientras SSP3 es la menos optimista (reflejado en tasas de crecimiento más bajas). SSP2 es considerado un escenario intermedio, en el cual las tendencias actuales se mantienen. SSP5 es un escenario de alto crecimiento donde el problema es la mitigación y no la adaptación, mientras que SSP4 tiene más problemas de adaptación, pero no mitigación. Los SSP utilizan tres modelos de proyección: el modelo IIASA (Lutz, Cuaresma and Sanderson, 2008; Cuaresma, 2015); el modelo PIK (Hawksworth, 2006; Leimbach *et al.*, 2017), y el modelo de la OCDE (Chateau *et al.*, 2012)

¹⁴ Por ejemplo, Robinson *et al.* (2015), que es una proyección reciente del IFPRI sobre impactos y opciones para la adaptación al cambio climático, se basa en el escenario SSP2 que se considera una continuación de las tendencias actuales (véase la nota anterior).

¹⁵ Las estimaciones cuantitativas utilizan el Modelo de Crecimiento Global de McKinsey, que es propiedad de esta empresa y no está documentado públicamente como los estudios citados previamente.

¹⁶ Las proyecciones del IEA son para los períodos 2013-2020 y 2013-2040.

Gráfico 6: Proyecciones de 10 Años

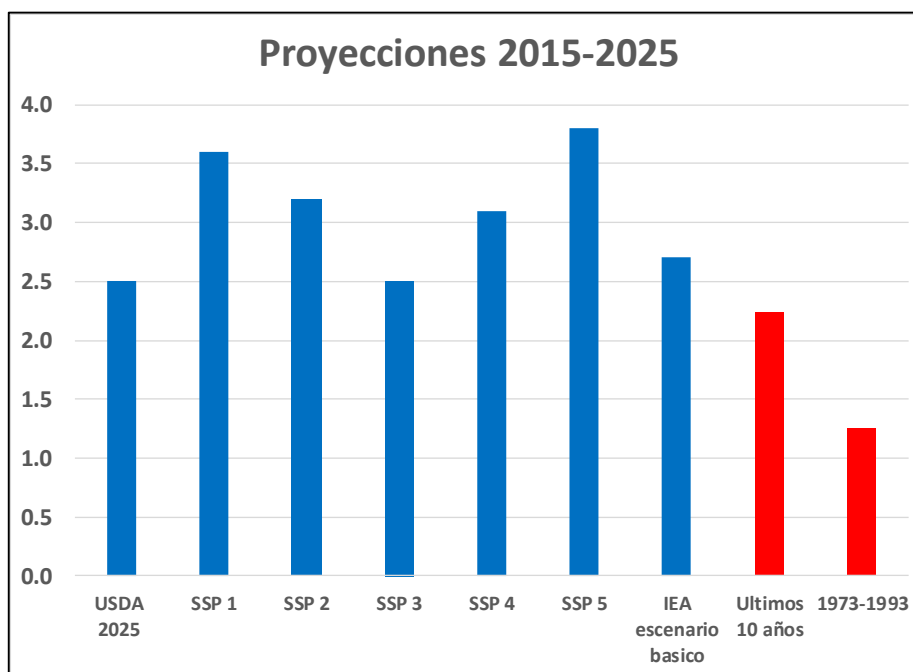
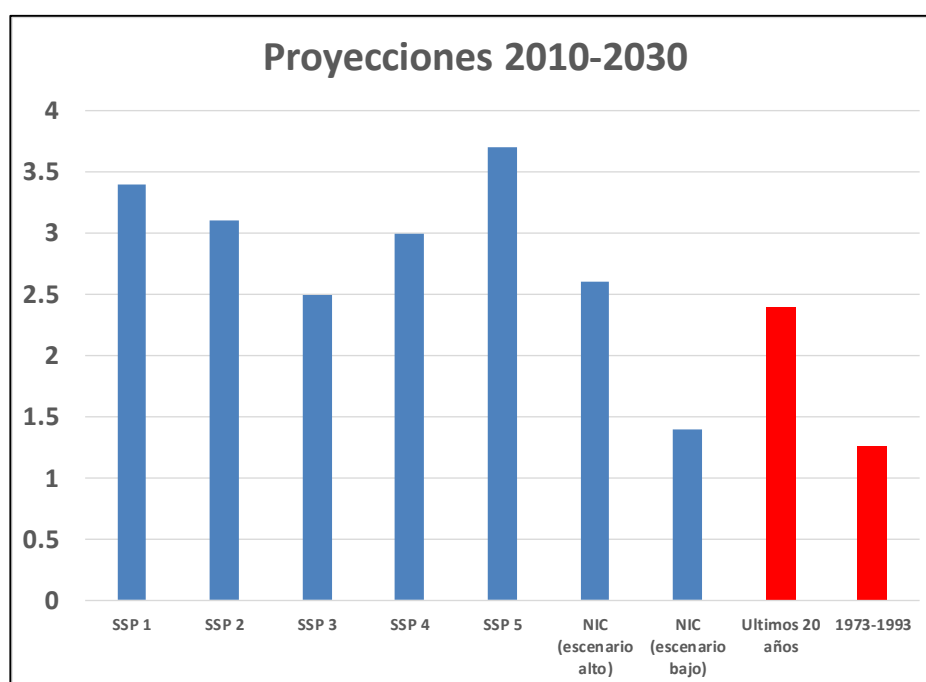
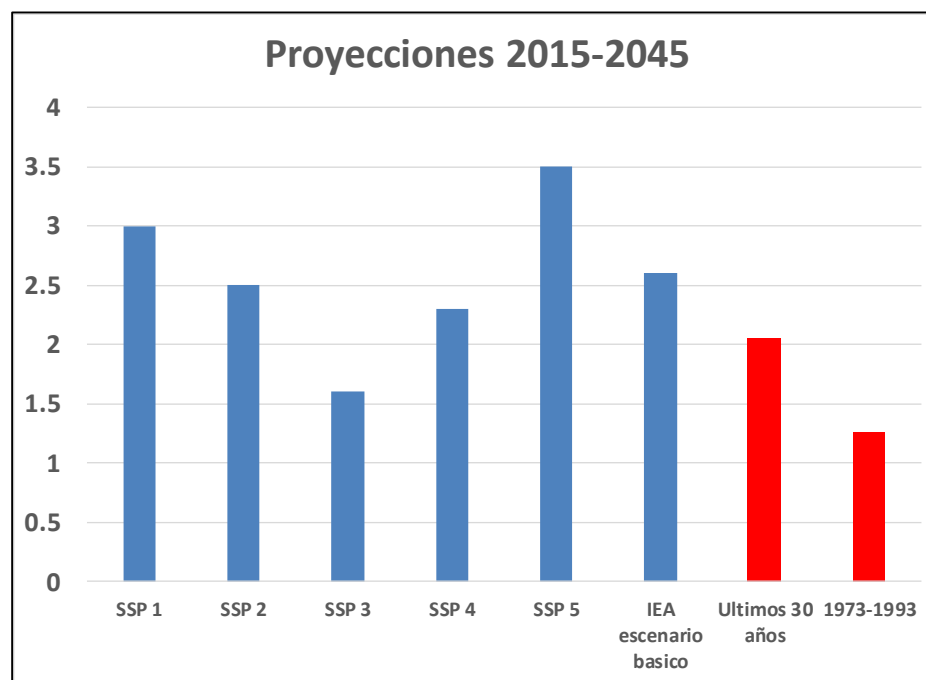


Gráfico 7: Proyecciones de 20 Años



Fuentes gráficos 6 y 7: elaboración en base a NIC (2012).

Gráfico 8: Proyecciones de 30 Años



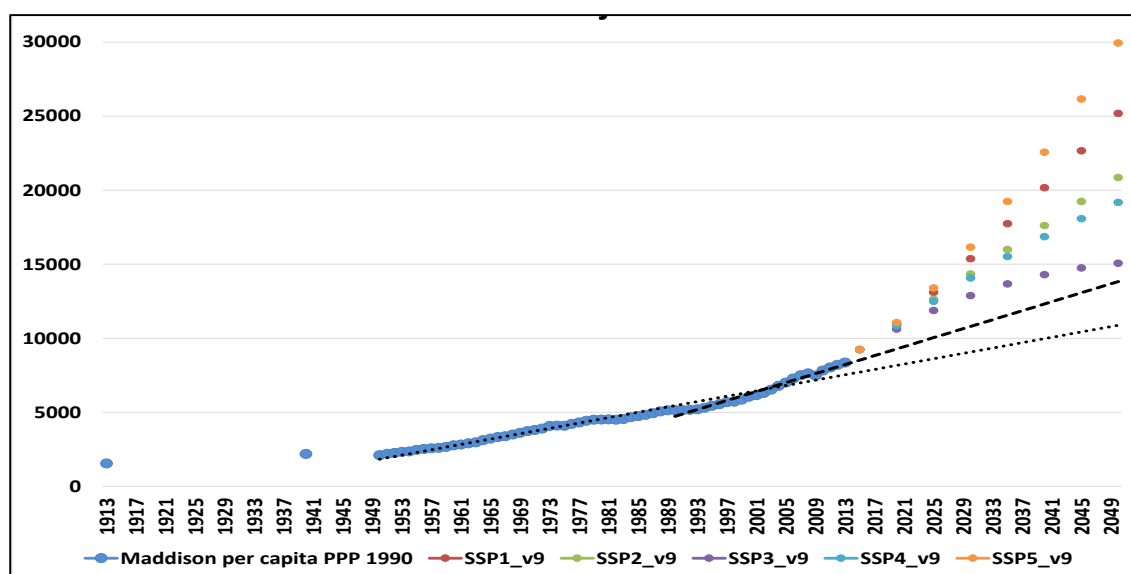
Fuentes gráfico 8: elaboración en base a NIC (2012).

Excepto el escenario más bajo del Consejo Nacional de Inteligencia de EEUU en el período 2010-2030, y el escenario SSP3 (que es el peor de los SSPs) para el período que se extiende de 2015 hasta 2045, todas las demás proyecciones se encuentran por encima de los valores históricos de las tasas de crecimiento del PBI per cápita de las últimas décadas comparativas. Además, y ahora sin excepciones, todos esos escenarios son más optimistas que los datos de 1973-1993 (véase también Díaz-Bonilla (2016)).

El Gráfico 9 presenta otra forma de ver las divergencias entre las proyecciones utilizadas y lo que muestra la historia. Utilizando los datos del Proyecto Maddison,¹⁷ se muestran dos tendencias lineales diferentes: una para el período de 1950 hasta 2010; y la otra para el último período de crecimiento desde principios de 1990 a 2010, que luego se compara con las cinco proyecciones de PBI per cápita de los SSPs hasta el año 2050. En los cinco escenarios de SSPs los PBI per cápita proyectados están por encima (a veces significativamente) de las dos tendencias de crecimiento lineal.

¹⁷ Los datos son de Maddison (2010) (<http://www.ggdc.net/maddison/maddison-project/home.htm>, versión 2013). El PBI per cápita es medido en poder de compra comparable (purchasing power parity (PPP) usando el método Geary-Khamis), como es el caso de las proyecciones de los SSPs. Este método coloca en valores comparables a los diferentes bienes y servicios producidos en cualquier país, evitando las variaciones que pueden surgir cuando se los mide utilizando el tipo de cambio de mercado.

Gráfico 9: PBI per cápita Mundial (en 1990 dólares). Proyecciones hasta 2050.



Fuente: Cálculos del autor utilizando datos de Maddison Project y la versión 0.9.3 de la base de datos del SSP.

En resumen, una mayoría de las proyecciones utilizados para estimar la demanda de alimentos, y energía, y para calcular la emisión de gases de efecto invernadero y el cambio climático, utilizan, tasas de crecimiento mundiales de PBI per cápita que parecen estar claramente por encima de la trayectoria promedio de las últimas décadas (Díaz-Bonilla, 2016). A continuación, se analizan algunas de las posibles razones de esas divergencias, y se discuten algunos aspectos conceptuales y metodológicos que deberían considerarse para servir de sustento a proyecciones futuras.

Modelos de crecimiento, historia y otros factores a considerar

a) Acumulación de factores

Las proyecciones presentadas previamente usan versiones expandidas del modelo de crecimiento de Solow-Swan (Solow, 1956; Swan, 1956) basados en la acumulación de factores y en ciertos supuestos acerca del cambio tecnológico. Son modelos por el lado de la oferta.

El nivel de producción Q (que puede ser considerado el Producto Básico Interno, PBI) es una función ("F") que depende del capital físico (PK), del capital humano (HK), del capital de recursos naturales (NK) y de una variable que define el nivel de productividad

total (A) que es una combinación de la tecnología y de la “eficiencia” de la economía en general (Weil, 2009).¹⁸

Ecuación 1. $Q = F(PK; HK; NK; A)$

El crecimiento de Q depende de la acumulación de factores y de mejoras en su calidad (como consecuencia de avances en educación y salud), del progreso tecnológico, y de mejoras en la eficiencia general. La economía aparece representada por un agregado único Q (o PBI). Por otra parte, esta caracterización del crecimiento no incluye la demanda, basada en la idea que, al menos en el mediano-largo plazo, “la oferta crea su propia demanda” (también llamada Ley de Say, por el economista Jean-Baptiste Say (1767–1832).

Los modelos de crecimiento utilizados para las proyecciones son estimados cuantitativamente usando los datos de la historia reciente, especialmente a partir de la década de 1990 y hasta la reciente crisis financiera mundial. Con esas estimaciones se proyecta el crecimiento futuro en función de ciertos supuestos acerca de la acumulación de factores y de su calidad, del cambio tecnológico y de la velocidad de convergencia hacia un nuevo estado estacionario.

b) Cambio estructural

Hay varias objeciones a esta manera de estimar el crecimiento futuro. Un primer aspecto, reconocido en la teoría del desarrollo desde hace mucho tiempo (ver por ejemplo Prebisch, 1950; Lewis, 1954; Chenery, 1979), es que la economía puede crecer no solamente por acumulación de factores de acuerdo con la Ecuación 1, sino por el cambio estructural de actividades de menor productividad a actividades con mayor productividad (ver también Rodrik, 2013).

Por ejemplo, con dos sectores, uno “retrasado” y de baja productividad (“bp”) y otro “moderno” y de alta productividad (“ap”), tenemos dos funciones de producción

$Q_{bp} = F_{bp}(PK_{bp}, HK_{bp}, NK_{bp}, A_{bp})$

$Q_{ap} = F_{ap}(PK_{ap}, HK_{ap}, NK_{ap}, A_{ap})$

¹⁸ El capital social o institucional puede ser considerado como algo separado o ser incluido en los factores que afectan a la variable A.

El total producido en la economía (Q_{total}) es una combinación de ambos sectores (Q_{ap} y Q_{bp}).

Si PK, HK, y NK son factores que cada uno en su categoría son comparables e intercambiables entre ambos sectores productivos, pero la productividad/eficiencia es mayor en un sector que en el otro (en este caso A_{ap} es mayor que A_{bp}), la producción total (Q_{total}) puede crecer simplemente pasando factores de la producción (PK, HK, NK) del sector retrasado al moderno.

Por ejemplo, McMillan and Rodrik (2011) han mostrado que el crecimiento en los países en desarrollo está más relacionado con el cambio estructural que con la simple acumulación de factores. Temple & Wößmann (2006) también encuentran, utilizando un cuidadoso análisis econométrico, que el cambio estructural (mediante la reasignación del trabajo de sectores de baja productividad hacia sectores de alta productividad) implican una significativa contribución a las variaciones internacionales de crecimiento, más allá de la mera acumulación de factores.

El punto a considerar, entonces, es si el crecimiento mundial de las últimas décadas estuvo basado solamente en acumulación de factores, o si ha habido también cambios estructurales globales importantes, como un factor de crecimiento separado de la acumulación de factores. Si esto último es el caso, entonces los modelos que están estimados con datos históricos, pero sin considerar el cambio estructural subyacente, están mal especificados, ya que atribuyen todo el crecimiento a la acumulación de factores. Por ende, en las proyecciones futuras pueden exagerar la tasa de crecimiento estimada solamente en base a dicha acumulación.

En Díaz-Bonilla (2016) se discute con mayor detalle los importantes cambios estructurales de las últimas décadas, y que sustentaron el importante crecimiento de las últimas décadas. Primero, hubo un importante aumento global de la oferta laboral agregada, debido a la incorporación de millones de trabajadores en la economía mundial como resultado de cambios de política económica en China, el final de la Guerra Fría, la apertura económica en muchos países en desarrollo, y otros acontecimientos que llevaron a la expansión de la oferta de mano de obra a nivel mundial. El importante shock de oferta fue estimado por el Fondo Monetario Internacional (2007) en el equivalente de una multiplicación por cuatro de la oferta efectiva de trabajo mundial entre 1980 y 2005, y la mayor parte del incremento se produjo a partir de los 1990s. Un componente importante

de ese cambio estructural mundial fue el de China, que sacó a aproximadamente 850 millones de personas de la pobreza, primero mediante el cambio del sistema colectivista de agricultura a uno más basado en incentivos individuales, y luego por el traslado de trabajadores de la producción agropecuaria a la industrial para exportar al resto del mundo, especialmente EEUU y otros países industrializados (ver Díaz-Bonilla, 2016).

Ese modelo de crecimiento ha encontrado sus límites económicos con la crisis económica global de 2009, que fue resultado de los desbalances comerciales y financieros generados por ese patrón de desarrollo (Díaz-Bonilla, 2016). Recientemente, una serie de elecciones en países desarrollados han mostrado los límites políticos y sociales de dicha estrategia de crecimiento. Mirando hacia el futuro no está claro cuál puede ser el cambio estructural y patrón de crecimiento e integración mundial que pueda sostener la rápida expansión del ingreso y de la clase media mundial que son la base de las proyecciones optimistas de demanda para una serie de productos, incluyendo los alimentos.

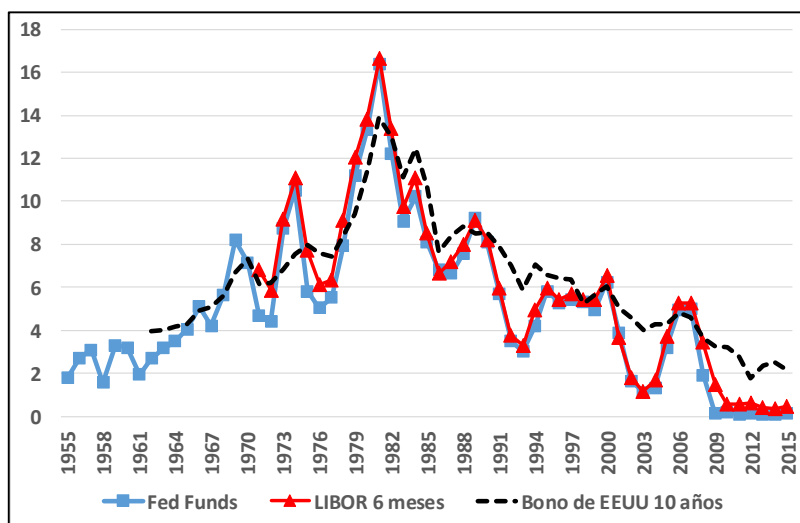
c) Ley de Say versus demanda efectiva

Una segunda objeción tiene que ver con la demanda. Como se mencionó, el modelo de Solow-Swan es un modelo por el lado de la oferta, donde se supone que algo equivalente a la Ley de Say prevalece, al menos en el largo mediano-plazo.¹⁹ Volviendo a la historia reciente, debe notarse que el shock productivo por el lado de la oferta debido al incremento de la oferta efectiva de trabajo a nivel mundial, fue acomodado por cambios muy particulares por el lado de la demanda.

La expansión de la oferta laboral global puso presión a la baja sobre los salarios y los precios de los productos manufacturados, lo que ayudó a reducir las presiones inflacionarias. De esta manera, el shock de oferta influyó en las condiciones monetarias globales, ya que permitió a los bancos centrales de los países industrializados el mantener políticas monetarias más expansivas de lo que hubiera sido posible en otras circunstancias. El Gráfico 10 muestra la caída de la tasa de interés desde mediados de los 1980s.

¹⁹ Solow (2005) ha admitido que la omisión de la demanda en su modelo es una serie debilidad de las teoría y estimaciones de crecimiento basadas en su modelo original.

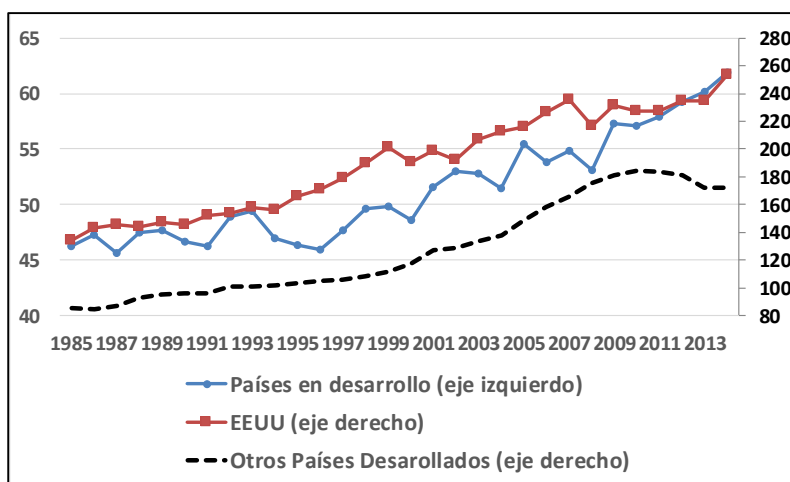
Gráfico 10: Evolución de las Tasas de Interés Nominales (Anual).



Fuente: Federal Reserve database, 2016.

Por su parte, el Gráfico 11 muestra el promedio del crédito al sector privado como porcentaje del PBI de cada país para los Estados Unidos y el promedio de 20 países desarrollados (medido en el eje derecho), mientras que también incluye el promedio de 97 países en desarrollo (eje izquierdo) (los países considerados son los que cuentan con datos para el período comprendido entre 1985 y 2014 en la base de datos World Development Indicators del Banco Mundial).

Gráfico 11: Evolución del Crédito al Sector Privado (% PBI)



Fuente: World Development Indicators, World Bank, 2016.

Está claro el importante salto en el crédito privado en los Estados Unidos desde mediados de los 1980s de unos 120 puntos porcentuales (de cerca de 140% del PBI de EEUU hasta 260%; eje derecho). El Gráfico 11 muestra que otros países desarrollados (20 en la muestra) también experimentaron un salto de alrededor de 100 puntos porcentuales desde mediados de la década de los 1980s, mientras que los países en desarrollo (97 en la muestra) también tuvieron aumentos en el endeudamiento privado, pero la magnitud como porcentaje del PBI fue menor (un aumento de menos de 20 puntos porcentuales desde mediados de los 1980s; eje izquierdo).

La expansión monetaria y de crédito en los EE.UU. y en otros países industrializados, facilitó la expansión de la demanda y aceleró el crecimiento de la economía mundial en su conjunto.²⁰ Todas estas fuerzas llevaron a los desequilibrios externos y a las burbujas bursátiles y de viviendas de la década de los 2000s que terminaron en la crisis global del 2009.

El fuerte repunte de la economía mundial en 2010 se debió a políticas monetarias y fiscales altamente expansionistas. La Reserva Federal ha mantenido las tasas de interés cerca de cero por más de siete años (véase el Gráfico 9). El otro elemento fue el fuerte impulso de la inversión en China, que ayudó a mantener el crecimiento de las economías dependientes de los productos básicos, muchos de los cuales son países en desarrollo. En Díaz-Bonilla 2016, se descompone la expansión del PBI mundial entre 2008 y 2014 en casi un 31% debido al aumento del consumo de los hogares en los países en desarrollo en su conjunto; otro 25% debido a las crecientes inversiones en esos países (y en este último caso, China representa más del 70%).²¹ Otro 21% se debió a la expansión del consumo de los hogares en los países desarrollados, 2/3 de los cuales se debieron a la expansión del consumo en Estados Unidos. Las contribuciones al crecimiento en el período desde la recesión de 2009 por parte de la Unión Europea y Japón han sido muy pequeñas (o incluso negativas en algunas variables como las inversiones).

El problema es doble: antes de la crisis de 2009 el crecimiento se basó en una expansión de la demanda agregada, respaldada por el crédito en muchos países, y el exceso de

²⁰ También hubo políticas monetarias expansivas en varios países en desarrollo importantes, como resultado del superávit en cuenta corriente y la acumulación de reservas que ampliaron la oferta monetaria interna e incentivaron el crecimiento (ver Díaz-Bonilla, 2016)

²¹ El problema es que China parece haber invertido excesivamente sin un adecuado beneficio económico: una estimación del FMI en 2012 sitúa esa sobreinversión en el período 2007-2011 entre el 12-20% del PIB (Lee, Syed and Xueyan (2012)). Esa sobreinversión fue financiada por un importante aumento de la deuda total.

endeudamiento total generó dicha crisis; ahora, para salir de la misma, el nivel de endeudamiento, que tendría que haberse reducido, se mantenido o incrementado, debido a los estímulos monetarios y fiscales. Por ejemplo, en Dobbs *et al.* (2015), se estima que la deuda a nivel mundial, tanto en países desarrollados como en desarrollo, y considerando el sector público y tres componentes del sector privado (familias, empresas y entidades financieras) creció de 142 millones de millones (billones en el sentido latino y no el anglosajón) de dólares en el cuarto trimestre de 2007 (justo al inicio de la crisis reciente) a 199 millones de millones hacia mediados de 2014, lo que implica haber pasado de un 269% a un 286% del PBI mundial (y sin indicios que el proceso se haya revertido). China en particular, ha incrementado su deuda total en más del doble en ese período, alcanzando alrededor del 282% del PBI, por encima de países como EEUU (269%) y Alemania (258%) pero por debajo de Japón (517%) o España (401%) (Dobbs *et al.* (2015), Exhibit E7 y Resumen).

El punto a enfatizar es que incrementar la deuda para financiar consumo o inversión es una manera de desplazar poder adquisitivo del futuro al presente, pero no puede seguir creciendo para siempre como porcentaje de los ingresos (véase, por ejemplo, Dalio, 2015). Dados los coeficientes de deuda a ingresos en los sectores público y privado en todo el mundo (Dobbs *et al.* (2015)), no parece que haya margen para seguir incrementando el endeudamiento y, así, generar un nuevo desplazamiento hacia el presente de la demanda global futura. Los sectores privado y público tendrán que ahorrar y reducir esos coeficientes a niveles más manejables que los actuales. Dalio 2015 y Dobbs *et al.* (2015), muestran que el proceso de des-apalancamiento tiene camino por recorrer (o, por lo menos, el crédito no debería estar creciendo más rápido que los ingresos). De lo contrario, el eventual fin de las políticas monetarias expansionistas actualmente implementadas tendrá consecuencias negativas para los sectores endeudados privados y públicos. Además, el sector financiero emergente de la última crisis está más regulado y tendrá que operar con menos apalancamiento. Más preocupante es que las instituciones bancarias mantienen niveles altos de la deuda pública y privada, cuya probabilidad de reembolso pueden verse afectados significativamente una vez que las políticas monetarias se normalicen y las tasas de interés aumenten, con efectos negativos potencialmente importantes sobre la liquidez y solvencia del sistema financiero.

En el corto plazo, luego del fuerte rebote de la economía mundial en 2010, producto, como se mencionó, de políticas monetarias y fiscales expansivas coordinadas a nivel

mundial por el G-20, el crecimiento mundial, si bien positivo, ha venido desacelerándose debido a una convergencia de factores (Díaz-Bonilla 2016): la restricción fiscal y la eventual reducción del fuerte sesgo expansivo de la política monetaria en los EEUU, la frágil situación fiscal y bancaria en Europa, las dificultades fiscales de Japón, la sobreinversión creada por la política de exportaciones y por el enorme estímulo monetario y fiscal en China, y las dificultades en las economías emergentes creadas por el cambio en los flujos de capital ligado al cambio en la política monetaria expansiva en EEUU y otros países industrializados.²² Una gestión desordenada de la situación fiscal, monetaria y financiera en Europa, Estados Unidos y otros países industrializados, puede llevar a una nueva recesión mundial, pero en ese caso los gobiernos ya no van a tener los instrumentos fiscales y monetarios para implementar un programa anti-recesión comparable con 2009-2010. Por ende, el mundo no tendrá los motores de consumo en el mundo desarrollado financiados con deuda que impulsaron el crecimiento durante las últimas dos décadas.

d) Globalización y geopolítica

La historia muestra que el mundo ha acelerado su crecimiento en momentos de integración de la economía global (por ejemplo, la expansión colonial de Europa a nuevas tierras; el período desde 1850s hasta la Primera Guerra Mundial; la expansión entre los 1950s luego de la Segunda Guerra Mundial y hasta mediados de los 1970s; y el período de que se inició en los 1990s luego de la ruptura de la Unión Soviética y que llegó hasta la crisis de 2009), y que el crecimiento se ha ralentizado o estancado en momentos de quiebre del proceso de integración mundial (las luchas Europeas de los siglos XVIII y XIX junto con las guerras de la independencia en las Américas; el período que abarca las dos guerras mundiales y la Gran Depresión de los 1930s; la reestructuración económica mundial después de los shocks petroleros de mitad de los 1970s, junto con las crisis de la deuda en numerosos países en desarrollo durante los 1980s).

El largo periodo de integración mundial durante las últimas décadas del siglo XIX contribuyó a un crecimiento global más rápido (1.3 % de crecimiento anual del PBI per cápita durante 1870-1913, frente al 0.5% durante los 50 años anteriores).²³ Ese período

²² En particular, la preocupación actual se centra en el endeudamiento de empresas privadas y gobiernos en los llamados países de economías emergentes, que están siendo afectados por la caída de los precios de las commodities, la salida de flujos de capital (lo que está generando devaluaciones que afectan el pago de deuda en moneda extranjera), y van a ser más golpeados por el inminente incremento en las tasas de interés en los EEUU (Fondo Monetario Internacional, 2015).

²³ Los datos son de Maddison (2010). Usa estimaciones del PBI mundial basado en ajustes del poder de compra de paridad (PPP en inglés) que colocan en un nivel comparable a los diferentes bienes y servicios

fue interrumpido por dos guerras mundiales y la Gran Depresión. La integración económica global disminuyó y la economía mundial se desaceleró, cayendo a una tasa de crecimiento del PBI per cápita de 0.9 % por año durante 1914-1950. Después de la Segunda Guerra Mundial, la nueva arquitectura de la gobernanza económica internacional (basado en el acuerdo de Bretton Woods y otros esquemas institucionales globales) favoreció la integración económica global, y el crecimiento del PBI per cápita mundial se aceleró a 2.2 % en el período 1950-2100.

Y dentro de este período hay claras diferenciaciones en el período de 1960-1973 cuando el PBI mundial per cápita creció al 3% anual, mientras que en 1973-1993 bajó al 1.2% (una reducción del 60% desde la década anterior). Durante el período de cambio estructural discutido antes y con una mayor integración comercial y financiera, el crecimiento per cápita mundial volvió a subir a 2.4% en 1993-2010.

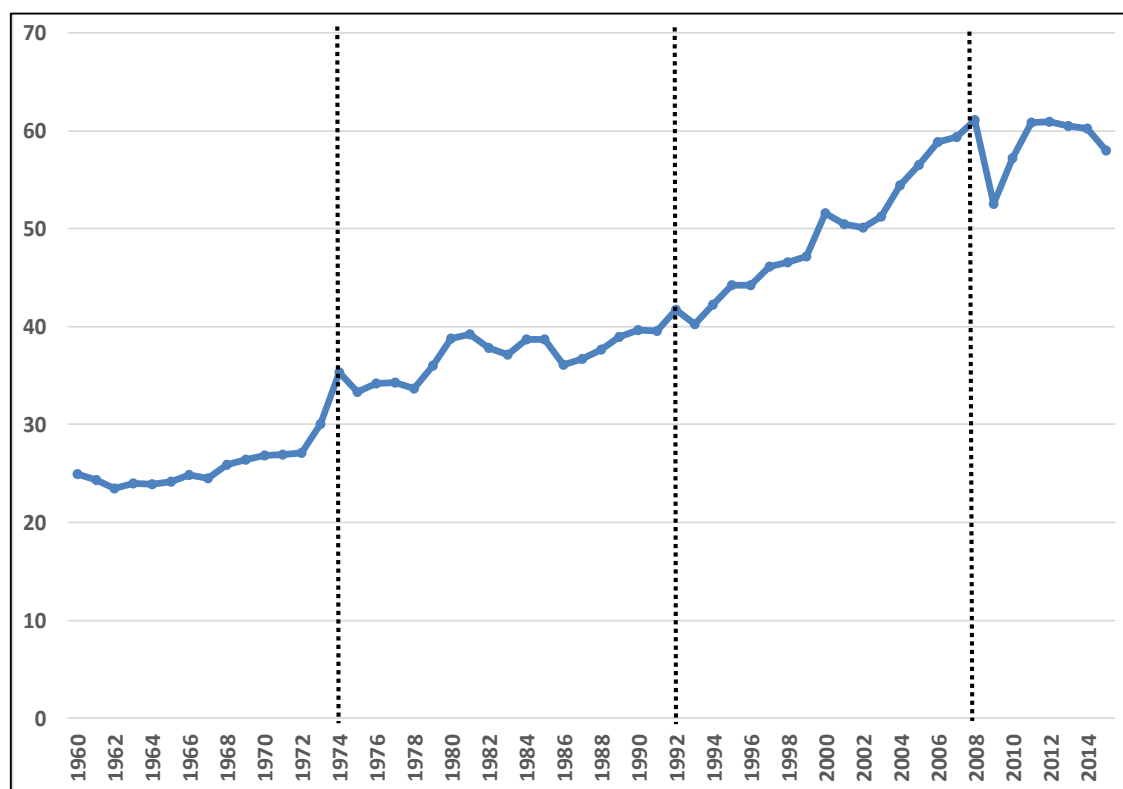
Por ende, el análisis de crecimiento del mundo en los próximos 10-15 años no puede estar separado de aspectos contextuales centrales como la discusión acerca del avance o retroceso de la globalización y la estabilidad o inestabilidad geopolítica. En las últimas décadas ambas dimensiones tomaron connotaciones positivas para apoyar el crecimiento acelerado del mundo. Sin embargo, hacia el futuro parecería que el primer aspecto (globalización) tiende al estancamiento y el segundo (estabilidad geopolítica), está deteriorándose.

Si el proceso de integración económica mundial, que ha colaborado para sostener niveles de crecimiento mundial más altos durante las últimas décadas, se detuviera, o incluso pudiera revertirse, entonces los altos niveles de crecimiento global experimentados recientemente no se van a mantener (Spence, 2011).

Un indicador del nivel de integración mundial es la relación de comercio a PBI mundial. El Gráfico 12 muestra ese porcentaje desde los 1960s hasta los últimos datos disponibles a mediados de 2010s.

producidos en cualquier país, evitando las variaciones que pueden surgir cuando se los mide utilizando el tipo de cambio de mercado.

Gráfico 12: Comercio como porcentaje del PBI mundial



Fuente: World Development Indicators, World Bank.

Parece claro que el incremento del comercio como porcentaje del PBI mundial, que se había acelerado desde los 1990s, se ha estancado y aún reducido recientemente.

Además, la guerra y la violencia, que disminuyeron significativamente con el fin de la Guerra Fría, han resurgido en los últimos años. De hecho, sin contar el genocidio en Ruanda, 2014 ha sido el año con el mayor número de muertes en guerras y violencia relacionada desde finales de los 80 (Melander, Pettersson y Themnér, 2016). La desaceleración del comercio (véase el Gráfico 12) y los actuales problemas geopolíticos en varias regiones clave pueden indicar un período de menor integración económica y condiciones menos pacíficas, todo lo cual afectaría al crecimiento.

La arquitectura de gobernanza internacional que fue creada por los países industrializados después de la Segunda Guerra Mundial se ve ahora desafiada por la aparición de nuevos centros de poder entre los países en desarrollo, y por tendencias hacia el aislacionismo en los países industrializados, como lo muestran las elecciones recientes en el Reino Unido y los EEUU.

Las tensiones geopolíticas, violencia y guerras en Asia, África, y el Medio Oriente también pueden estar indicando un cambio de tendencia luego del período relativamente más pacífico que se abrió con la desaparición de la Unión Soviética en 1989. La desaceleración del comercio y los problemas geopolíticos actuales en varias regiones clave pueden indicar un período de menor integración económica y mayores conflictos, todo lo cual va a afectar negativamente el crecimiento.

Un aspecto clave de la política global es qué arreglos o instituciones internacionales pueden coordinar una solución cooperativa a los problemas económicos, geopolíticos y ambientales que están afectando al mundo en su conjunto. Una resolución adecuada de estas cuestiones, es crucial para el crecimiento económico, el alivio de la pobreza, la sostenibilidad ambiental mundial, y la paz global en las próximas décadas.

e) Conclusiones

La narrativa anterior describió los cambios estructurales importantes y condiciones propicias por el lado de la demanda que ayudaron al crecimiento global desde los años noventa y hasta la crisis de 2009. Además, dichos cambios se produjeron en un mundo en el que la integración comercial (Gráfico 12) estaba creciendo, y que después del final de la Guerra Fría que siguió a la disolución de la Unión Soviética, se favoreció de un período de paz relativa (véase, por ejemplo, Melander, Pettersson y Themnér, 2016).

Mirando hacia el futuro esos aspectos estarían ahora trabajando en reversa o sería menos favorables. En el corto plazo, hay varias tendencias que pueden llevar a un crecimiento más bajo que el experimentado en las últimas décadas. Por ejemplo, los consumidores, especialmente en los Estados Unidos, pero también en otros países industrializados, que aumentaron sus índices de endeudamiento durante los años 1990 y 2000, deberán ahorrar y reducir esos índices a niveles más manejables. Asimismo, el sector financiero que emerge finalmente de esta crisis será más regulado y tendrá menos capacidad de apalancamiento. Más preocupante, esas instituciones acumulan niveles de deuda pública y privada cuyo valor y la probabilidad de repago, y por tanto la liquidez y solvencia del sistema financiero, pueden verse afectadas una vez que la política monetaria de EEUU se normalice y las tasas de interés comiencen a aumentar.

En el mediano plazo, otros aspectos que pueden mantener las tasas de crecimiento global por debajo de las sugeridas por las proyecciones optimistas tienen que ver con el cambio

demográfico: es verdad que la población va a aumentar,²⁴ pero también es cierto que va a ser más vieja. Esto tiene varias consecuencias. Primero, los ajustes en la estructura de edad de la población influyen en el crecimiento del PBI. Un mundo que envejece va a beneficiarse menos de la expansión de la fuerza laboral que ha generado el llamado "dividendo demográfico" (véase Bloom, Canning y Sevilla (2001)). Esto se discute en la sección siguiente sobre población.

Segundo, el envejecimiento de la población también va a disminuir los niveles de ahorro, lo que ejercerá una presión al alza sobre las tasas de interés y afectará la inversión. Tercero, el envejecimiento de la población también va a complicar aún más la situación fiscal de muchos países industrializados y algunos emergentes.²⁵

También hay que considerar el impacto negativo del cambio climático en el crecimiento, especialmente, debido a los desastres naturales y/o la necesidad de poner impuestos a las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, Dell, Jones y Olken (2014) han estimado que un aumento de 1° C en la temperatura general reduce el crecimiento en alrededor de 1.3 puntos porcentuales en promedio en los países pobres. Esto puede llevar a mayores conflictos geopolíticos y sociales relacionados con el control de los recursos naturales.

Por todos estos factores mencionados las tasas globales de crecimiento pueden quedar por debajo de las proyecciones usadas en muchas estimaciones de demanda futura.²⁶

La situación actual parece sugerir que, tras el período de alto crecimiento de las últimas dos décadas, el mundo se estaría moviendo hacia una fase de menor crecimiento (ver por ejemplo el debate sobre el "estancamiento secular" en Baldwin & Teulings (2014) que es un compendio de diferentes visiones sobre el tema, incluyendo un capítulo de Lawrence Summers que lanzara la discusión sobre este tema en 2013).

El análisis anterior sugiere que las proyecciones están sobreestimando el crecimiento mundial, al menos en la próxima década. Obviamente, usando esas estimaciones altas de

²⁴ Por ejemplo, entre la mitad de los 1970s y la mitad de los 1990s la población se incrementó en 1600 millones de personas. Sin embargo, los precios de los productos agropecuarios cayeron a mediados de los 1980s, debido a otros factores. Por su parte, el crecimiento proyectado para 2015-2025, es de 790 millones de personas y entre 2015 y 2035, es de 1500 millones, menos que lo que sucedió en las dos décadas mencionadas antes.

²⁵ El envejecimiento de la población también tiene implicaciones importantes para los patrones de consumo y otras dimensiones demográficas, que se discuten más adelante.

²⁶ Esta línea de argumentación no requiere de una desaceleración en la innovación tecnológica del tipo sugerido por Gordon (2012) para justificar proyecciones de bajo crecimiento para las próximas décadas.

crecimiento también se llega a proyecciones más elevadas en relación con las variables de interés en esos ejercicios que lo que hubiera sido el caso usando datos históricos más bajos: por ejemplo, con las proyecciones de crecimiento elevadas hay más emisiones de gases de efecto invernadero, y la demanda y los precios de los alimentos y el petróleo son mayores que con escenarios de crecimiento más bajas (manteniendo otras variables constantes). Al mismo tiempo, si las altas tasas proyectadas de crecimiento no se materializaran y el mundo evolucionara más bien en línea con la historia, ese crecimiento más bajo va a llevar a menos gases de efecto invernadero, menores precios de alimentos y energía que los proyectados. Asimismo, el proceso de reducción de la pobreza será más lento, y también va a haber menos avances en la eliminación del hambre a nivel global.

Demografía y Patrones de Consumo

El período comprendido entre 1950 y la actualidad (los últimos datos completos son de 2015) se caracterizó por un aumento importante de la población: de alrededor de 2500 millones de personas en el año 1950 se pasó a unos 7350 millones en 2015, o sea un aumento de algo más de 4800 millones de personas. Sin embargo, ese aumento en el número de habitantes se ha ido dando con una disminución de las tasas de crecimiento de la población que se reducirá aún más en las próximas décadas, sobre todo en los países desarrollados. De todas maneras, las proyecciones a mediano plazo de las Naciones Unidas calculan que el mundo puede llegar a 8500 millones de personas en 2030 y 9700 millones en 2050. El incremento se producirá fundamentalmente en los países en desarrollo (que representarán el 95% de los 2350 millones de personas adicionales en 2050), aunque con diferentes velocidades en las distintas regiones en desarrollo. Los mayores incrementos de población se estima que tendrán lugar en África, continente que superará en población a China a mediados de la década de 2020 y aún pasará a la India en algún momento a principios de la década de 2030. La India, a su vez, también se estima que excederá la población de China, que va a empezar a declinar en términos absolutos durante la década de 2020.

En 2050 se estima que todas las Américas (es decir, incluyendo EE.UU. y Canadá) pueden llegar a una población total cercana a la de China en ese momento, debido tanto a la caída de la población en ese país, como al incremento de la población en nuestro continente. Este cambio demográfico puede tener importantes implicaciones económicas y geopolíticas para las Américas en su conjunto, si se decidiera armar estructuras de integración continental.

Estructura de la Población y el Crecimiento

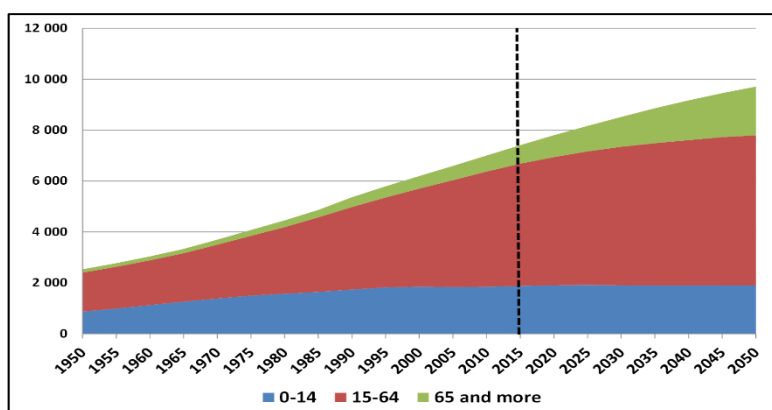
El incremento poblacional va a venir acompañado con cambios sustanciales en la estructura de la población, como resultado de reducciones en tasas de natalidad y mortalidad, especialmente en los países en desarrollo. Los ajustes en la estructura por edades de la población influyen en el crecimiento del PBI: los países o regiones cuyos segmentos de edad media que están en condiciones de trabajar (usualmente entre 15 y 65 años) se están expandiendo se benefician del impacto positivo en el crecimiento de lo que se ha llamado el "dividendo demográfico" (véase Bloom, Canning y Sevilla, 2001). Por el contrario, si el crecimiento de la población en edad de trabajar se desacelera, el crecimiento total de la economía también lo hará, excepto que haya cambios muy fuertes por el lado de la productividad por persona empleada.

Países como China han disfrutado de ese dividendo en las últimas décadas, pero ahora el impacto positivo de la estructura de edad actuará en sentido inverso con el envejecimiento de la población, reduciendo el crecimiento.²⁷ La India, por otro lado, disfrutará (potencialmente) de un dividendo demográfico en las próximas décadas (Wolf et al, 2011). En el caso de África al Sur del Sahara, que también tiene la posibilidad de un "dividendo demográfico" dado su fuerte crecimiento poblacional, la pregunta es si ese incremento va a ser adecuadamente incorporado al empleo en una economía en expansión, o si va a llevar a más altos niveles de desempleo y violencia social. En el caso de nuestra región, durante 1980-2010, entre el 20% y el 30% del crecimiento acumulado en la mayoría de los países sudamericanos (excepto algunos con estructuras demográficas más antiguas, como Argentina) puede atribuirse al dividendo demográfico (Samaniego, 2012).

En resumen, parte de la desaceleración de la economía mundial en la actualidad puede ser atribuida a la desaceleración del crecimiento de la población en edad de trabajar. El Gráfico 13 muestra la evolución esperada de la población en sus diferentes edades, donde puede apreciarse el menor crecimiento futuro de la población en edad de trabajar.

²⁷ De hecho, la Oficina Nacional de Estadísticas de China ha informado que la población en el grupo de edad de trabajar de 15 a 59 disminuyó en el año 2012 en casi 3.5 millones de personas (sobre un total de alrededor de 937 millones) (ver "*National Bureau of Statistics of China*, 2013). Este es el primer descenso en la historia moderna de China, llegando a un punto de inflexión que se esperaba que iba a ocurrir más tarde, a partir del 2015.

Gráfico 13: Población Mundial y Estructura de Edad (millones de personas)

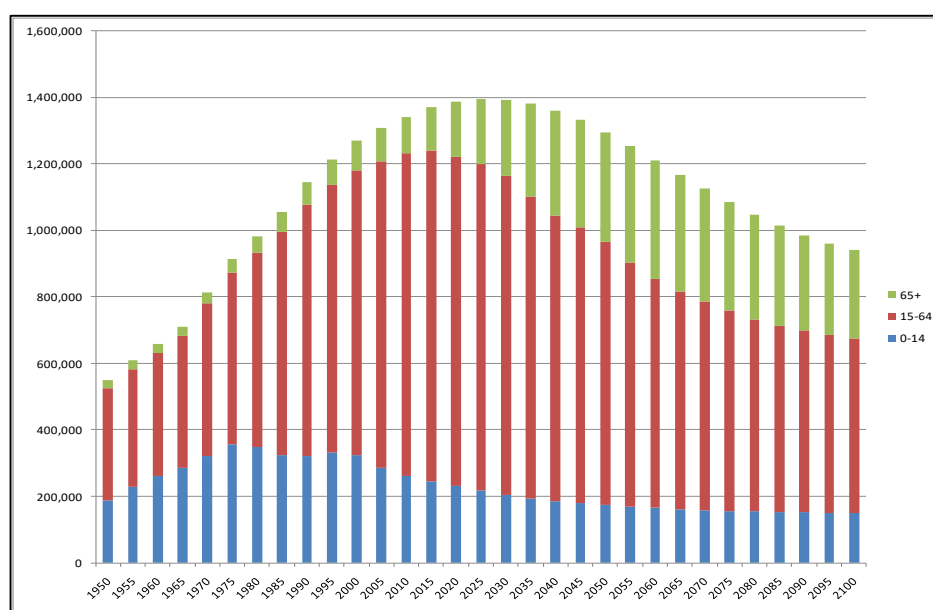


Fuente: United Nations Population database.

Estructura de la Población y el Consumo

Por lo general, el análisis económico de la demanda de alimentos está relacionado con los ingresos, los precios, el incremento de la población, y las tendencias de urbanización. Sin embargo, hay otros aspectos a considerar, como por ejemplo la composición de edad y el género de la población para proyectar las demandas futuras. En la mayoría de los ejercicios se asume generalmente una estructura demográfica relativamente estable, sin embargo, como se discutió antes, la estructura por edades está cambiando, especialmente en los países de importancia sistémica, como China (Zhong, Xiang y Zhu, 2012) (ver Gráfico 14).

Gráfico 14: Población de China y Estructura de Edad (millones de personas)



Fuente: United Nations Population database.

El envejecimiento de la población podría implicar que el consumo de calorías per cápita no va a estar creciendo tan rápido como podría sugerir un simple cálculo basado en el número de individuos. En este sentido, Zhong, Xiang y Zhu (2012) muestran que si no se incluye la estructura de edades las estimaciones de demanda de alimentos de China han estado por encima de los valores efectivos, mientras que considerando la estructura de edad esas sobrestimaciones se corrigen.

Por lo tanto, las proyecciones de consumo de alimentos deben considerar la edad de la población.²⁸ Por ejemplo, si la población total se recalculara en valores equivalentes a un adulto varón a los efectos de tener una comparación común de consumo (véase FAO/WHO/UNU (2001) y Zhong, Xiang y Zhu (2012)), entonces en 2050 habría un 6 % menos de consumo total que si se utilizaran números no ajustados (ver más detalles en Díaz Bonilla et al, 2013).

Otros Aspectos del Consumo

Los patrones de consumo también están evolucionando debido otros temas como las políticas de comercialización y la expansión de los supermercados, preocupaciones sobre la salud, y valores éticos y sociales (por ejemplo, la producción ecológica y sostenible, el bienestar animal, y las creencias religiosas, tales como los relacionados con el consumo de carne de res o de cerdo en algunos países) (Foresight Commission, 2011a, 2011b, 2011d).

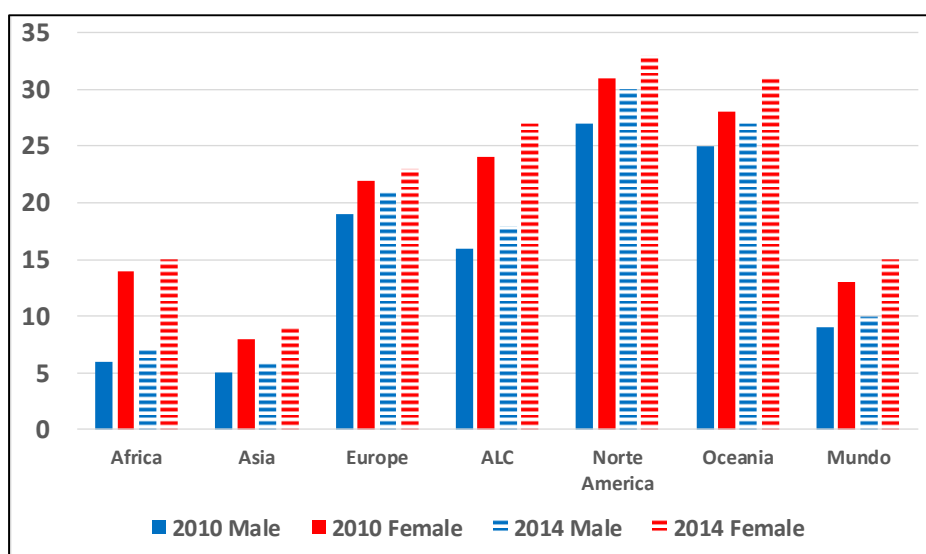
Con o sin cambios en las preferencias de los consumidores, también hay algunos países que están implementado políticas públicas para fomentar dietas consideradas más saludables y sostenibles en lo ambiental, aunque las definiciones, sobre todo del último concepto, tienden a ser divergentes (Foresight Commission, 2011d). Esas directrices pueden eventualmente cambiar los patrones de consumo de alimentos, en particular en lo que respecta a las carnes rojas, los alimentos que se transportan por vía aérea y/o productos derivados de métodos con altos insumos de combustible y baja conversión alimenticia (véase Foresight Commission (2011d)).

Los vínculos entre el tipo de alimentación y la obesidad, y de este problema con la diabetes, la hipertensión y las enfermedades del corazón, también han llevado a propuestas en varios países para imponer impuestos a productos asociados con el

²⁸ El sexo de la población es también importante, pero la distribución entre hombres y mujeres es relativamente estable.

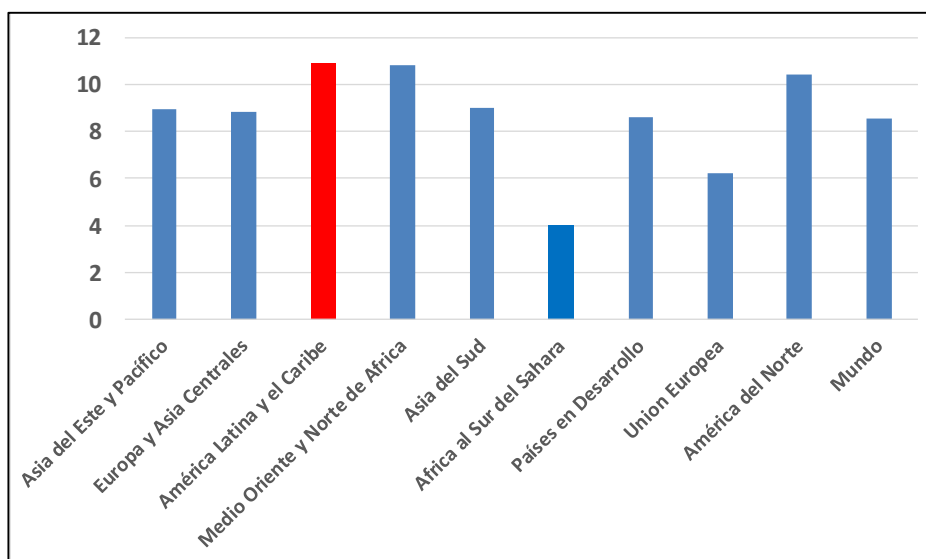
sobrepeso. Al mismo tiempo, en los países en desarrollo ha aumentado el reconocimiento de la "triple carga" de la malnutrición, que incluye 1) desnutrición (falta de calorías, o "hambre"), 2) falta de macro y micro nutrientes ("hambre oculta"), y 3) obesidad debido al exceso de consumo de grasas, sal, y azúcares. En el caso de ALC es claro el aumento de obesidad, así como enfermedades relacionadas, tales como la diabetes (Gráfico 15 y gráfico 16)

Gráfico 15: Población Obesa (% con BMI>30)



Fuente: World Development Indicators. World Bank, 2016.

Gráfico 16: Población con Diabetes (% entre 20 y 79 años)



Fuente: World Development Indicators. World Bank, 2016.

Países en la región como México, han establecido impuestos al contenido de azúcar, mientras que otros como Chile y Ecuador, han desarrollado sistemas de etiquetado mucho más estrictos, en los cuales no solamente se informan los niveles de sal, grasas, y azúcares, sino que también hay un ranking evaluativo de los valores registrados. Por ejemplo, Ecuador estableció un sistema de semáforo con luces verdes, amarillas, y rojas, dependiendo de los niveles de sal, grasas, y azúcares en los alimentos.

En este contexto de preocupación por enfermedades cardiovasculares y diabetes, las proyecciones del consumo de carne plantean consideraciones especiales, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo. Es difícil determinar si las diferencias culturales mantendrán la ingesta baja en varios países en desarrollo de alta población (como India), si habrá una convergencia más fuerte a mayores niveles de consumo debido a mejoras en los ingresos, o si en razón de preocupaciones de salud y/o por los niveles de emisión de gases de efecto invernadero de parte de la ganadería,²⁹ el consumo per cápita de carnes puede declinar (Foresight Commission, 2011b; Zahniser, 2012). Por ejemplo, Msangi & Rosegrant (2011) consideran escenarios hacia el año 2030, en el que los países industrializados y algunos países en desarrollo se vuelcan hacia dietas bajas en carne por diferentes razones de salud y medioambientales: comparando con las proyecciones para esas variables sin los cambios de consumo, los autores estiman caídas de casi un 20% en el volumen consumido de carne a nivel mundial, y declinaciones de precios de diferentes tipos de carnes de entre alrededor de un 40-60% y de productos para la alimentación animal de algo más del 20%. Esto es particularmente importante para ALC, que es un importante productor y exportador de carne y productos de la alimentación animal.

Las preocupaciones sobre los residuos de alimentos también tendrán un impacto en la demanda de alimentos (Foresight Commission, 2011c). Los desechos y las pérdidas están influenciados por factores globales tales como la urbanización (que requiere que las cadenas de suministro de alimentos se alarguen en el espacio para alimentar a las poblaciones urbanas), la transición alimenticia desde el consumo de alimentos con almidón menos perecederos y hacia una dieta con productos más perecederos (hortalizas, productos lácteos, carne y pescado), y la expansión del comercio internacional de productos alimenticios (que amplía aún más la longitud de las cadenas de suministro de

²⁹ Por ejemplo, un trabajo de FAO y Lead (2006) estima que la ganadería es responsable del 19% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial.

alimentos) (Foresight Commission, 2011c). Si se supone que los desechos alcanzan el 30% del total de los alimentos³⁰ y que para el año 2050 se necesitaría la expansión del 70% de la producción de alimentos para alimentar a la población en crecimiento, reducir los desperdicios a la mitad hacia 2050 sería equivalente a aumentar la producción actual en un 25% (Foresight Commission, 2011c).³¹

Desarrollos Potenciales en relación con el Consumo

En resumen, los patrones de consumo presentan muchas incertidumbres. Además de los escenarios actualmente aceptados que proyectan aumentos sólidos en la demanda de alimentos, también sería importante considerar otros aspectos tales como: a) ajustes relacionados con el envejecimiento; b) niveles de consumos de carne roja per cápita que no convergen con los de los países desarrollados a las velocidades asumidas en varias proyecciones y posibles disminuciones del consumo en países desarrollados (una cuestión con implicaciones particulares para ALC dada su estructura de producción y exportaciones); c) movimientos de consumidores para reducir el contenido de energía o de huella de carbono en los alimentos, y requerimientos de sostenibilidad en general; d) esfuerzos para reducir el desperdicio; y sobre todo, e) políticas públicas más enérgicas para hacer frente a la obesidad en los países desarrollados y la "triple carga" de la malnutrición en los países en desarrollo. Una generalización de todas esas tendencias de los consumos puede tener un impacto sustancial en las estimaciones de la demanda, disminuyendo los niveles generalmente previstos para la demanda de alimentos y agrícolas. Por lo tanto, es importante monitorear esas tendencias y sus implicaciones para el sector agro-alimentario de ALC y de nuestro país.

Políticas Sectoriales y de Comercio Internacional relacionadas con el sector Agropecuario

³⁰ Estas estimaciones son aún muy preliminares. Otros trabajos como un estudio del Banco Asiático de Desarrollo y el IFPRI (Reardon & Timmer, 2012) sobre cadenas alimentarias para arroz y papas en Bangladesh, China e India, ha mostrado que, en oposición de las percepciones comunes sobre altos niveles de pérdidas, las mismas no parecen ser tan importantes, al menos para estos productos básicos: entre 1 - 7% de pérdidas contra las estimaciones usuales de más de 30%. Este bajo nivel parece ser el resultado de una mejor infraestructura (frío y caminos) y la expansión del uso de teléfonos celulares. Con más estudios similares, se podrá tener una mejor idea del nivel real de pérdidas.

³¹ Cabe destacar que las causas de pérdidas y su lugar en la cadena alimentaria difieren significativamente entre países desarrollados y en desarrollo: en el primer caso, ocurren más al nivel del usuario final (relacionados en muchos casos con las normas de calidad de supermercados y comerciantes, y el comportamiento de los consumidores), mientras que en el segundo caso, las pérdidas ocurren principalmente entre la cosecha y el procesamiento (generalmente debido a la falta de infraestructura) (ver Foresight Commission (2011e).

Como se mostró previamente, los países en desarrollo en su conjunto han avanzado en la producción mundial: en la actual década de los 2010s representan cerca del 75% de la producción agrícola total (ver Gráfico 3). El aumento de la participación de los países en desarrollo en la producción desde la década de 1960 (no se muestra en el Cuadro) ha sido de casi 29 puntos porcentuales (pps) y se explica principalmente por la expansión de la producción de Asia (23 pps), de los cuales China representa casi 15pps e India casi 2 pps. La participación global de la producción agrícola en América Latina y el Caribe (ALC) también ha aumentado (3.5 pps), como lo ha hecho África (1.2 pps).

Varios países en desarrollo también han aumentado su presencia en el comercio. Por ejemplo, durante los años noventa, sólo un país en desarrollo (Argentina) se encontraba entre los cinco principales exportadores netos agrícolas por valor y dos más (Brasil y Tailandia) estaban entre los 10 primeros. En la década actual, como se mostró en el Cuadro 3, Brasil y Argentina desplazaron a Estados Unidos y Holanda como los dos principales exportadores netos; con la adición de Tailandia, Indonesia e India, hay ahora un total de cinco países en desarrollo entre los diez principales exportadores netos.

Como se discutió previamente, aunque China se ha transformado en un importador neto de productos agropecuarios (parcialmente en coincidencia con su incorporación a la Organización Mundial del Comercio, OMC), sigo siendo un importante exportador global de productos agropecuarios, especialmente de aquéllos con alto uso de mano de obra. Por su parte es interesante marcar la situación de India, que ha venido subiendo en el ranking de los exportadores netos importantes de productos agropecuarios. De hecho, en los últimos años, la India se ha convertido en un importante exportador mundial de arroz, carne vacuna y algodón (véase USDA, 2014a; 2014b). A pesar de este crecimiento, sin embargo, el sector agrícola de la India se compone de un gran número de pequeños agricultores (con un promedio de alrededor de 2 has) en condiciones de pobreza y vulnerabilidad. En las recientes negociaciones comerciales, la India ha hecho hincapié en esta última situación, mientras que sus socios comerciales han tomado nota de la creciente presencia del país en las exportaciones mundiales de alimentos y productos agrícolas. Esta dualidad juega un papel importante en el debate en la OMC sobre el caso de los stocks públicos de alimentos por razones de seguridad alimentaria, que aún no ha sido resuelto (ver Díaz-Bonilla, 2017a y 2017b).

Estos cambios en la producción y el comercio están relacionados en parte con cambios en las políticas de apoyo al sector agropecuario en muchos países en desarrollo. La noción

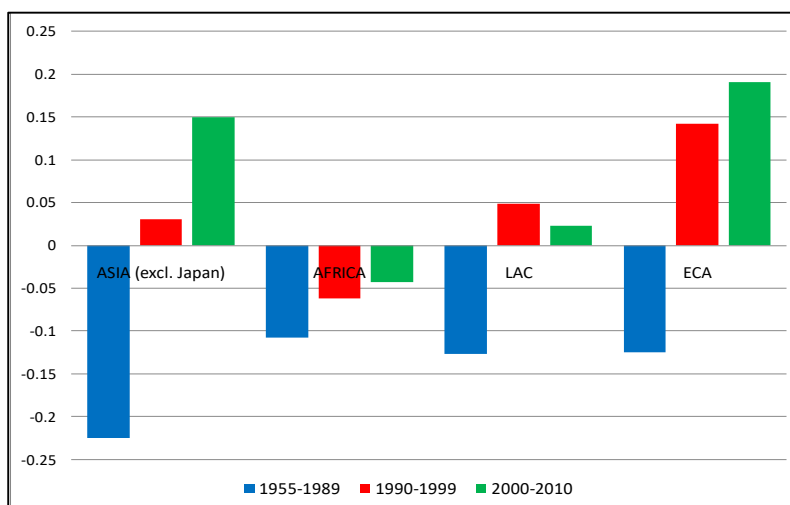
tradicional sobre que el marco de políticas en esos países estaba sesgado en contra de la producción agropecuaria necesita ser revisada significativamente (ver Díaz-Bonilla & Robinson (2010)). Esto puede apreciarse en la evolución más reciente de indicadores de apoyo al sector agropecuario, tales como la tasa nominal de asistencia (NRA en inglés) (calculada por un proyecto del Banco Mundial reportado en Anderson & Valenzuela, 2008), la estimación de apoyo a los productores (PSE en inglés) (calculada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo) (OCDE), y las categorías de apoyo interno, tal como se definen en el Acuerdo sobre la Agricultura de la OMC.³²

El Gráfico 17 muestra la NRA para el sector agrícola en varias regiones en desarrollo. Los datos sugieren que el apoyo económico al sector agropecuario en esos países ha aumentado claramente. El pasaje de gravar al sector agropecuario (una NRA negativa) a darle apoyo a través de diferentes medidas (un número positivo) se hace particularmente claro en los países en desarrollo de Asia y Europa y Asia Central. En estas regiones, se pasó de gravar la producción agropecuaria en el promedio de 1955-1989 por un equivalente del 10-20% del valor total producido, a una transferencia positiva a la producción agropecuaria desde la década de 1990, que ha alcanzado un 15-20% ciento del valor total producido en las últimas décadas. Los países de ALC también pasaron de gravar la agricultura en las décadas que van de los 1950s a los 1980s a apoyar al sector desde los años noventa. Sin embargo, la NRA en esta región se ha mantenido por debajo del 10 por ciento y ha disminuido aún más en las décadas más recientes, aunque sigue en territorio positivo.

África, sin embargo, es la única región que ha continuado gravando la agricultura, pero a tasas más bajas, pasando de una NRA de alrededor de -10 por ciento a algo menos de -5 por ciento en las décadas recientes.

³² Para entender estas medidas de apoyo al sector hay que separar la que proviene del presupuesto público (afectando al público como contribuyente), y la que proviene de la protección de mercado (que afecta al público como consumidor). La medida de apoyo doméstico de la OMC considera solamente los apoyos por parte del presupuesto público, ya que la protección de mercado (es decir la que proviene del bolsillo del consumidor) se discute en un pilar separado de las negociaciones agropecuarias. Por su parte la NRA y el PSE consideran las transferencias al sector que provienen del público tanto en su carácter de contribuyente, como en su condición de consumidor. Otro aspecto importante es que la medida de apoyo de la OMC utiliza precios de referencia fijos de 1986 a 1988 (lo que no proporciona una medida económica interpretable de la ayuda interna efectiva en un momento dado; (Orden *et al.*, 2011)), mientras que la NRA y la PSE utilizan los precios actuales del mercado para calcular los apoyos al sector.

Gráfico 17: Tasa nominal de asistencia total (NRA) (%)



Fuente: Los datos provienen de Anderson & Nelgen (2013). Las publicaciones principales pueden verse en <http://www.worldbank.org/agdistortions>.

La NRA calculada por el Banco Mundial considera solamente a los países en desarrollo. Por su parte, el PSE calculado por la OCDE históricamente se enfocó en los países industrializados, pero más recientemente ha incluido un cierto número de países en desarrollo (que es menor que en la base de datos del Banco Mundial, pero que son productores agropecuarios importantes). De todas maneras, esos cálculos ofrecen una visión comparativa del apoyo entre ambos tipos de países. El Cuadro 4 muestra el valor del PSE en miles de millones de dólares para los países seleccionados incluidos en la base de datos de la OCDE (la lista de países considerados se incluye en la nota del cuadro).

Cuadro 4: Estimados de Apoyo a Productores (PSE), 1995–2015(miles de millones de dólares)

Variable	1995–2000	2000–2005	2005–2010	2010–2015
Países Desarrollados^a				
Total USD mil millones	216.5	210.0	216.2	211.8
Sin Unión Europea	106.7	104.4	93.5	104.6
Unión Europea % total	49.3	49.7	43.3	49.4
Japón % total	25.3	22.3	20.3	24.3
EEUU % total	17.4	20.4	15.0	16.6
Países en Desarrollo^b				
Total USD mil millones	19.9	52.1	122.8	300.1
Sin China	16.9	30.6	57.7	80.9
China % total	15.2	41.3	53.0	73.0

Notas: a) Los países desarrollados son Australia, Canadá, Unión Europea, Japón, Nueva Zelanda, Noruega, Suiza, y Estados Unidos

b) Los países en desarrollo incluyen Chile, México, Turquía, Brasil, China, Colombia, Indonesia, Kazastán, Rusia, Sud Africa, Ucrania y Vietnam

Fuente: OECD (2016).

Los PSEs de los países desarrollados considerados (en particular la combinación de la Unión Europea, Japón y Estados Unidos) muestran grandes valores de apoyo (alrededor de 212-216 mil millones de dólares en 2010-2015) pero se han mantenido relativamente estables desde los años noventa. Por otra parte, los países en desarrollo incluidos han aumentado considerablemente sus PSE, de unos 20 mil millones de dólares en los años noventa a unos 300 mil millones de dólares en los últimos años. Este incremento ha sido impulsado principalmente por el gran aumento del apoyo al sector agropecuario en China. Sin considerar a este último país, el valor de las PSE en los países en desarrollo considerados alcanza casi los 81 mil millones de dólares, alrededor del cuarenta por ciento del nivel del grupo de países desarrollados, pero casi cinco veces más que en los años noventa.

Respecto de la medida de apoyo de la OMC, los detallados cálculos de Orden *et al.* (2011) para el período entre 1995 y 2008/2009 muestran los cambios en el apoyo al sector agropecuario en cuatro países: Brasil, China, India y Filipinas. India, en particular, ha pasado de un 6 por ciento del valor total de la producción agrícola en la década de 1990 a un nivel superior al 18 por ciento en 2008-2009 (o más del 11 por ciento si no se cuenta el programa de ayuda alimentaria nacional y los stocks públicos de alimentos relacionados con ese programa). China pasó de 6.5 por ciento a 9.6 por ciento en el mismo período. El apoyo interno en Brasil y Filipinas, por el contrario, se mantuvo relativamente

estable, en algo menos del 6 por ciento y el 4 por ciento del valor de la producción agrícola, respectivamente. Sin embargo, los niveles de apoyo interno en estos países en desarrollo se mantuvieron claramente por debajo de los niveles observados en los países desarrollados.

En 2008-2009, los porcentajes comparables de apoyo agrícola interno sobre el valor total de la producción agrícola fueron del 33% en los Estados Unidos, del 29,1% en Japón y del 28,7% en la Unión Europea.

La pregunta central para un análisis prospectivo es qué puede pasar con esos niveles de apoyo en el futuro, y cuál sería el impacto, si es que hubiera alguno, de las negociaciones comerciales, tanto a nivel multilateral en la OMC, como a nivel regional y bilateral.

Las alianzas en las negociaciones sobre subsidios a la agricultura y acceso de mercado en la OMC han venido cambiando, en parte relacionadas con los importantes incrementos del apoyo al sector agropecuario en varios países en desarrollo, así como por los impactos de los shocks de precios alimentarios de 2008 y 2011. Por ejemplo, numerosos países del continente africano han establecido metas de autoabastecimiento en la próxima década (African Development Bank, 2016). En el caso de China, y dadas las dificultades de continuar la estrategia de pasar trabajadores del sector rural a la industria para la exportación, se ha reforzado el apoyo al sector agropecuario, como se ve en los datos mencionados antes. Asimismo, parece haber habido una importante expansión del crédito al sector.³³ India tiene un programa alimentario para población pobre y vulnerable que cubre alrededor de 800 millones de personas y está apoyado en un sistema de compras del gobierno para los stocks públicos de alimentos que, no obstante sus ineficiencias e inequidades, le ha permitido al país no tener hambrunas desde los 1960s.

Por tanto, bajar el nivel de apoyo e incrementar el acceso de mercado en el mundo, como es la estrategia de los países exportadores importantes, va a encontrarse con el problema que la política agropecuaria en varios países en desarrollo importantes está yendo en la dirección opuesta. De todas maneras, debe notarse que no todas las intervenciones de apoyo al sector pueden ser consideradas que distorsionan los mercados o impiden el

³³ Los datos más detallados son los de Gale & Callender (2006): las autoridades chinas, operando particularmente a través de las más de 30.000 Cooperativas de Crédito Rural (CCR), decidieron a principios de los años 2000 aumentar el crédito al sector agrícola a las zonas rurales; los préstamos pasaron de menos del 5% del PBI agropecuario en 1990 a un 40 por ciento en 2005, principalmente como resultado del programa gubernamental financiado por el Banco Central de China.

comercio en el sentido de la OMC, sino que pueden ser medidas legítimas que expanden bienes públicos, infraestructura, y crédito para el sector. Por otra parte, aquellas medidas de apoyo que efectivamente distorsionan el comercio están enmarcadas, como se ha mencionado más arriba, por una geometría más compleja de las negociaciones. En los 1990s, esas intervenciones eran utilizadas básicamente por países industrializados, y entonces había un frente unido de los países en desarrollo pidiendo a los países ricos que redujeran sus subsidios a la agricultura. En la actualidad, hay una variedad de países en desarrollo que no tienen el espacio fiscal para otorgar mayores niveles de apoyo, pero también están aquéllos que, como se mostró, tienen recursos financieros y el espacio legal para usar esas intervenciones bajo las disposiciones de tratamiento especial y diferenciado para países en desarrollo de la OMC.³⁴ Esto va a afectar la posibilidad de lograr acuerdos en las negociaciones multilaterales para la disminución del apoyo doméstico distorsivo en los próximos años (Brink (2011)). Por otra parte, está por verse si los miembros de la OMC van a seguir dispuestos a aceptar prima facie las preocupaciones de seguridad alimentaria de países como India y China que son grandes exportadores en el mercado mundial de alimentos y que utilizan importantes cantidades de subsidios internos para apoyar su agricultura.

Respecto de los acuerdos regionales, la mayoría se encuentran estancados (como el de MERCOSUR y la Unión Europea) y otros están siendo radicalmente reestructurados debido a la determinación de la reciente Administración de los EEUU de retirarse de ellos (como el acuerdo Trans-Pacífico) o renegociarlos significativamente (como el NAFTA).

Las perspectivas son entonces al mantenimiento de las políticas de apoyo al sector agropecuario en una variedad de países, industrializados y en desarrollo. En este sentido, será importante monitorear el avance del caso presentado en la OMC en septiembre de 2016, por EEUU durante los últimos meses de la Administración Obama contra China. La presentación argumenta que diferentes medidas de apoyo doméstico utilizadas por China en varios cultivos, como trigo, arroz, y maíz, violan las regulaciones actuales de la OMC. En lugar de las negociaciones, puede ser que el proceso de solución de

³⁴ El trato especial y diferenciado se refiere a que los Acuerdos de la OMC tienen disposiciones especiales que confieren a los países en desarrollo derechos especiales, tales como períodos más largos para la aplicación de los Acuerdos y compromisos, o hacerlo con menores niveles que los países desarrollados. También permiten a los países desarrollados otorgar un trato más favorable en comercio a los países en desarrollo sin tener que extenderlo a todos los demás Miembros de la OMC.

controversias de la OMC termine siendo más importante en limitar las medidas más distorsivas del comercio agropecuario mundial.

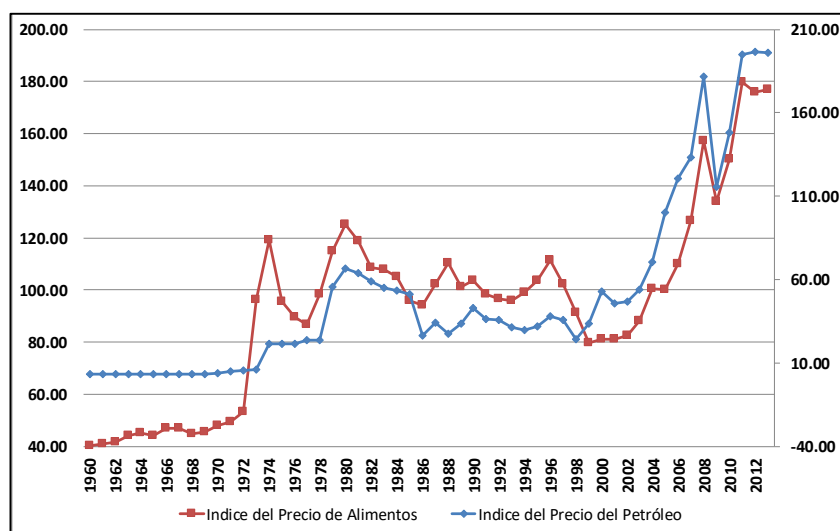
Otros aspectos con importantes implicaciones para el sector agro-alimentario mundial va a ser la evolución de las relaciones comerciales entre EEUU y China, y la reformulación del sistema impositivo contemplada por la Administración Trump, que implica cambios en los impuestos corporativos hacia un cálculo basado en el destino del consumo, más otros ajustes en las tasas y la depreciación, que pueden afectar significativamente los flujos comerciales. China va a reforzar la búsqueda de mercados en países en desarrollo para productos industriales que antes estaban orientados hacia los EEUU, o simplemente por problemas de sobreproducción doméstica, como es el caso de acero y automóviles, entre otros productos. Ya está sucediendo que China pide mayor acceso para la exportación de sus productos industriales como condición (implícita) para mantener el acceso de importaciones agropecuarias en su mercado. Esta tendencia seguramente va a reforzarse en el futuro.

Energía y Biocombustibles

Como se mencionó, siempre han existido vínculos directos e indirectos importantes entre la agricultura y la energía. La energía es un insumo para la producción agropecuaria, ligado a la mecanización, al riego, la fertilización, y al secado, almacenamiento y/o refrigeración de los productos. El procesamiento y comercialización agroindustrial también requiere energía para la transformación, envasado, transporte, almacenamiento y refrigeración, en tanto que las actividades relacionadas con la venta minorista también usan energía para colocar los productos agroalimentarios en manos de los consumidores. Luego, los consumidores utilizan diferentes formas de energía para preservar, almacenar, preparar y cocinar los alimentos. A nivel macroeconómico, los costos de energía afectan los ingresos disponibles de la población y la demanda de otros bienes y servicios, incluidos los productos agrícolas, e incrementos bruscos en el precio del petróleo han sido factores importantes en varias de las recesiones mundiales desde los 1970s (Hamilton, 2011).

Además, los precios del petróleo y los productos agro-alimentarios han estado correlacionados como lo muestra el Gráfico 18.

Gráfico 18: Precios Nominales de Alimentos y Petróleo (Índice 2005=100)



Fuente: IMF (2016).

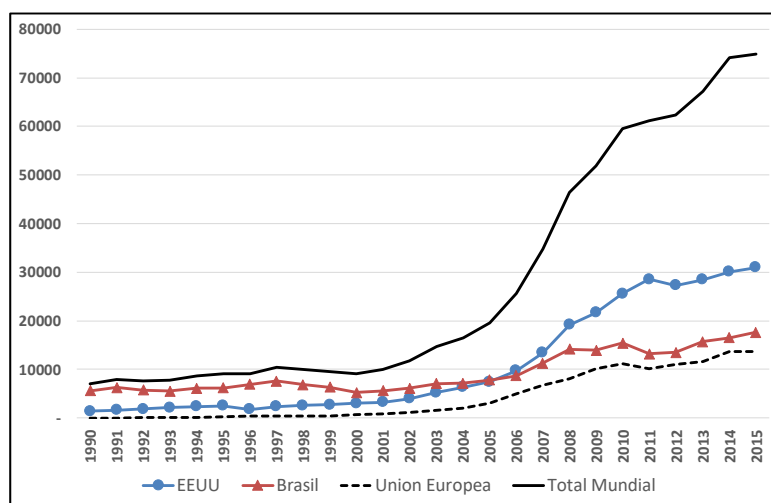
Más recientemente, la relación entre la energía y la agricultura se ha ampliado debido a, por lo menos, dos factores adicionales. Uno de ellos tiene que ver con los efectos a largo plazo sobre la agricultura del cambio climático generado por el uso de combustibles fósiles y con la variabilidad del clima a más corto plazo, ambos asociados con la emisión de gases de efecto invernadero. El otro aspecto ha sido la expansión de mandatos para la incorporación de biocombustibles en las mezclas de combustible. Esta ampliación de la demanda de productos agrícolas como materia prima para los biocombustibles ha sido una de las causas importantes de las alzas de los precios agropecuarios en los últimos años (véase, por ejemplo, Von Braun, 2007; Headey and Fan, 2010)).^{35 36}

El Gráfico 19 muestra el aumento de la producción de biocombustibles a nivel mundial y en los tres principales países/regiones (EE.UU., Brasil y la UE, que en conjunto representaron aproximadamente el 83% de la producción mundial de biocombustibles en 2015) en toneladas de petróleo equivalente (base de datos de British Petroleum).

³⁵ Para tener una idea de la dirección de la causalidad (es decir, si la evolución de los mercados de energía están impulsando los resultados de los mercados agrícolas) baste notar las diferencias de tamaño: si toda la energía de los alimentos necesarios para los seres humanos para su funcionamiento y toda la energía utilizada no alimentaria por el mundo para operar se calcularon en una medida única de calorías, la segunda cantidad sería aproximadamente 16 a 18 veces mayor que la primera (Díaz-Bonilla & Robinson, 2010).

³⁶ Wright (2011) muestra que en 2011 el etanol de maíz representó alrededor del 30 % del uso de ese grano en los Estados Unidos.

Gráfico 19: Producción de Biocombustibles (en el equivalente de miles de toneladas de petróleo)



Fuente: Base de datos de British Petroleum: <http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/statistical-review-of-world-energy-2013/statistical-review-downloads.html>.

El incremento acelerado de la producción de biocombustibles en los últimos años ha sido impulsado por los mandatos cuantitativos en los EE.UU. y la UE, y por aumentos en los precios del petróleo, al menos hasta recientemente, que han hecho que los biocombustibles fueran competitivos en precio con otros combustibles (véase OECD-FAO, 2011, 2012, 2013; Schnepf, 2013; Laborde Debucquet y Msangi, 2015)

Ese aumento de la producción de biocombustibles ha requerido un mayor uso para la producción de combustible de cultivos, tales como maíz, semillas oleaginosas y otros, que antes se utilizaban principalmente para la alimentación humana y animal. Esta mayor demanda para biocombustibles ha sido un factor central en el alza de precios agropecuarios, como se señaló. Por ende, es importante para ALC y nuestro país, como importantes productores y exportadores, considerar la evolución de los mandatos de mezcla para los biocombustibles. El otro tema es que, al margen de esas políticas, si los precios de energía volvieran a incrementarse, entonces, los biocombustibles se mantendrían competitivos aún sin los mandatos que actualmente existen.

Respecto del impacto de las políticas, en OECD-FAO (2013) se estima que en 2022 el etanol mundial (principalmente de los cereales secundarios y el azúcar) y biodiesel (principalmente de las semillas oleaginosas), requerirán el 12% de los cereales secundarios mundo, el 29% de la caña de azúcar, y el 15% de la producción de aceite

vegetal con las políticas actuales. Simulaciones de IFPRI (véase Al-Riffai, Dimaranan y Laborde, 2010; Rosegrant *et al.*, 2013) sugieren que las políticas de biocombustibles, si se mantuvieran, implicarán mayores precios de los alimentos en las próximas décadas .

Pero esas políticas están siendo revisadas debido a múltiples críticas relacionadas con su contribución a los altos precios de los alimentos, el costo significativo para contribuyentes y los consumidores de los mandatos y subsidios, el limitado aporte a la reducción de gases de efecto invernadero (que puede ser incluso negativo en algunos casos , si se consideran los cambios indirectos en el uso del suelo), y la reducida contribución a la independencia energética en los escenarios tecnológicos actuales (Schnepf, 2013; Laborde Debucquet and Msangi, 2015).

Obviamente, los cambios en las políticas de los EEUU y de la Unión Europea son los que más impacto pueden tener, aunque la suma de otros países, en particular Brasil y China, van también a influenciar la demanda de biocombustibles.³⁷ En el caso de la UE, la Renewable Energy Directive (RED) había definido un objetivo de 10% de mezcla de biocombustibles en el 2020, pero ya se lo ha reducido a un rango de 5-7.5%. En los EEUU el volumen requerido por ley de biocombustible convencionales (los que provienen de maíz y azúcar, básicamente), prácticamente se ha dejado en el mismo nivel en el 2017 comparado con el 2016. Habiendo llegado a un porcentaje de mezcla (10%), que por diferentes dificultades técnicas (y políticas) no parece que puede ser incrementado (lo que se ha llamado la “pared de la mezcla”), la demanda de biocombustibles con productos agrícolas tradicionales en los EEUU va a crecer a un ritmo más bajo, en línea con la demanda de combustibles para el transporte. Es decir que en ambos países la demanda obligada de biocombustibles se ha desacelerado significativamente. Esto ha dado lugar a medidas proteccionistas en el caso de la UE para proteger a la industria de biocombustible en un mercado que ya no se ampliaría tan rápido, y al pedido de la industria de biocombustibles en los EEUU para que se apliquen derechos compensatorios contra las exportaciones de Argentina alegando la presencia de subsidios.

En definitiva, uno de los pilares centrales de los altos precios del maíz y soja, como son las políticas de biocombustibles en EEUU y la UE, están en proceso de cambio, con

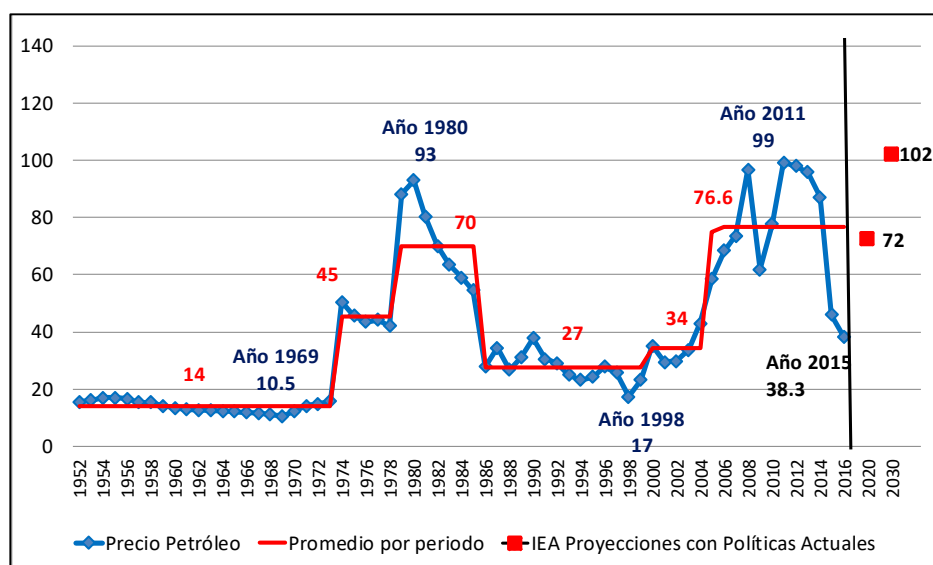
³⁷ De acuerdo con Lane (2016) en 2017 además de EEUU y la UE, habría entre 35-40 países en todo el mundo (12 países en ALC) con mandatos u objetivos (o los estaban considerando).

potenciales impactos negativos sobre la demanda de productos cruciales para las exportaciones de ALC y de nuestro país.

El otro tema a considerar es la evolución de los precios de la energía, ya que incluso si esos países se movieran hacia un régimen de menor apoyo a los biocombustibles, podría suceder que precios altos de la energía proporcionaran suficientes incentivos para una mayor expansión de la producción de biocombustibles. Por lo tanto, es necesario tener en cuenta las proyecciones de precios de la energía.

El Gráfico 20 muestra la evolución del precio real (es decir ajustado por inflación) del petróleo desde fines de la década de los 1950s.^{38 39} El primer punto a notar es que, si bien los precios reales de los productos agropecuarios son, como se mencionó antes, más bajos en términos reales que en los años 1960 y 1970, otros productos energéticos, en particular el petróleo, han tenido hasta hace unos pocos años los precios reales más altos del último medio siglo.

Gráfico 20: Precio Real del Petróleo (dólares constantes de 2009)



Fuente: FMI base de datos.

La historia de los precios del petróleo durante el último medio siglo muestra que sólo en dos períodos (el primero durante la década de 1970 y principios de 1980, y, el segundo

³⁸ Utilizamos el petróleo por sus múltiples usos en transporte, electricidad, y manufacturas, y por ser la referencia para la determinación del precio de otras fuentes de energía.

³⁹ Es el promedio del precio mundial en dólares constantes de 2009; incluye los precios de Dubai, Brent and WTI de la base de datos del IMF/IFS, deflactados por el índice de precios del consumidor de los EEUU.

en la década de 2000s y primera parte de la década de 2010s), el precio real (medido en dólares constantes de 2009) quedó durante varios años en un promedio igual o superior a 70 dólares/ barril (en promedio), con picos anuales de 93 dólares/barril en el año 1980 y alrededor de 97 a 99 dólares/barril en 2007 y 2011. El ciclo de fuerte crecimiento mundial durante los 1960/1970s llevó a alzas en los precios de la energía (y otras materias primas) a mediados de la década de 1970; pero fue seguido por un colapso en los precios del petróleo debido a la recesión mundial de 1980, la crisis de la deuda en los países en desarrollo y las innovaciones tecnológicas que llevaron al desarrollo de la extracción de petróleo profundo en el Mar del Norte, lo que debilitó la capacidad de fijación de precios de la OPEP.⁴⁰

En el más reciente episodio de precios altos parece haberse desarrollado con varias similitudes respecto al de los 1980s en el que los avances tecnológicos en materia de energía (como los relacionados ahora con el gas de esquisto y petróleo no convencional) y las condiciones económicas globales de menor crecimiento condujeron a un descenso de los precios energéticos (y agrícolas).

No obstante las proyecciones más elevadas de la IEA (ver Gráfico 20), el escenario futuro más probable es uno con precios de la energía más bajos que los promedios de los años 2000s, debido a los cambios tecnológicos y un crecimiento mundial menos dinámico que el subyacente en varias de las proyecciones más optimistas. Por su parte potenciales incrementos adicionales en la producción de biocombustibles van a depender de políticas públicas que seguramente no van a dar el soporte de demanda que han generado en los últimos años. En todo caso, un aspecto necesario de política en cualquier escenario es la necesidad de hacer especial hincapié en las tecnologías de eficiencia energética, no sólo en la producción primaria, sino a lo largo de toda la cadena agroalimentaria.

También es muy importante notar las importantes caídas en el valor de la energía producida por fuentes alternativas como solar y eólica. En particular, desde 2008, el índice de precios del módulo solar ha disminuido a cerca del 20% del valor original (en el caso de las tecnologías de generación eólica la reducción ha sido menos rápida, pero significativa). Eso ha llevado a que el costo de la electricidad producida por esas fuentes en los EEUU, dentro de un sistema integrado, se haya vuelto competitiva sin subsidios

⁴⁰ Los precios de otras commodities también siguieron un ciclo similar, por razones similares del ciclo macroeconómico, y por otras razones específicas a cada uno de esos productos (ver Díaz-Bonilla, 2010).

con el ciclo combinado de gas natural, que es la opción de generación convencional más barata en la actualidad en ese país (Lazard, 2016).⁴¹

La tecnología de perforación de alta mar permitió la producción de petróleo del Mar del Norte hacia fines de los 1970s (contribuyendo al colapso de precios del petróleo a mediados de la década de los 1980s) y la tecnología de gas de esquistos (“shale gas”) y de petróleo no convencional ha transformado a los EEUU en un exportador neto de gas y ha reducido hasta cerca de la mitad las importaciones de petróleo. Los cambios posibles en las tecnologías no renovables, especialmente la solar pueden traer cambios aún más revolucionarios.

Comentarios Finales sobre la Evolución de las Dimensiones Estratégicas

Existe una narrativa bastante generalizada que presenta un mundo de oportunidades prácticamente ilimitadas para la producción y las exportaciones agroalimentarias de ALC y de la Argentina en las próximas décadas debido a la expansión de la población mundial y el crecimiento económico global. Si bien esa narrativa tiene elementos ciertos, se corre el riesgo de exagerar las oportunidades y descontar los riesgos no triviales que también existen.

En esta sección he tratado de considerar la evolución de varias dimensiones estratégicas relevantes para poder prepararnos de la mejor manera para las próximas décadas. El análisis muestra que hay combinaciones de eventos que pueden llevar a escenarios menos optimistas para el desarrollo de mercados para nuestra producción agro-alimentaria.

En el corto plazo, convendría prepararse para un período de turbulencia económica en los próximos 2-3 años, con crecimiento global bajo, apreciación dólar, y cambios potenciales en las políticas de biocombustibles que van a moderar el actual efecto de alta demanda de productos alimentarios como insumos para biocombustibles. También va a continuar el avance de la protección y subsidios a los productos agro-alimentarios en países en desarrollo, mientras que no se van a reducir los de los países industrializados. Todo esto va a seguir manteniendo cierta presión a la baja sobre los precios de las commodities agroalimentarias, excepto que la repetición de eventos climáticos extremos reduzca la oferta.

⁴¹ Agradezco la comunicación personal de Channing Arndt sobre este tema. Ver también Merven, Arndt y Winkler (2017).

Definir escenarios aún más distantes (por ejemplo, de una década o más) es un ejercicio con muchas incógnitas. En los escenarios menos optimistas, la lenta recuperación de la actual crisis financiera global y el agotamiento de las fuentes principales de crecimiento en las últimas décadas se pueden combinar con potenciales conflictos comerciales y financieros, con tensiones geopolíticas que socavarían la integración económica mundial, y con patrones de consumo de alimentos también influenciados por otros factores. Entre estos, se encuentran el envejecimiento de la población, mayores preocupaciones por los problemas de salud y nutrición ligados al sobreconsumo de grasas y azúcares, y esfuerzos más extendidos para reducir el desperdicio de alimentos y la huella de carbono.

Por supuesto, estas proyecciones que sugieren un menor crecimiento de la demanda de alimentos también pueden enfrentar en el futuro problemas de oferta, si la evolución del cambio climático termina siendo más negativo que lo que se estima en la actualidad, o si las promesas de las nuevas tecnologías no se materializan. En ese caso, si las menores proyecciones de demanda coinciden también con un bajo crecimiento de la oferta, entonces los precios de los productos agro-alimentarios no serían afectados.

Por todo ello, es importante que ALC y nuestro país mantengan mecanismos de monitoreo continuado de estas diferentes dimensiones estratégicas, así como reforzar el marco de políticas para el sector. Algunas ideas sobre esto último se discuten a continuación.

¿CÓMO PREPARARSE PARA ESOS ESCENARIOS? ALGUNOS TEMAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

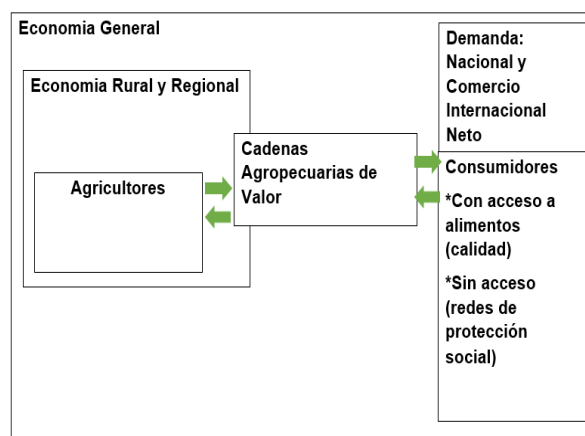
Marco general

Las tendencias y escenarios discutidos previamente sugieren importantes desafíos futuros para el sector agro-alimentario de ALC y Argentina. Por ello es necesario reforzar el marco de políticas, inversiones e instituciones para contribuir a que la región y nuestro país puedan hacer frente a un futuro con numerosas incógnitas.

Las políticas para el sector agropecuario pueden considerarse en cuatro niveles diferenciados (Gráfico 21 basado en Díaz-Bonilla (2015)): el productor agropecuario; el espacio rural y regional (que es el ámbito geográfico donde opera el productor, y que determina la base de recursos naturales, el clima, y el medio ambiente, así como la disponibilidad de infraestructura local y servicios públicos); las cadenas de valor (que incluye la operación de mercados para productos, insumos, equipo, y servicios

relacionados con las actividades primarias tales como procesamiento, transporte, comercialización y financiamiento de los productos agropecuarios); y el marco macroeconómico y de la economía en general que determinan el contexto para las operaciones de los otros tres niveles, y en particular, las condiciones de demanda interna y el balance entre exportaciones e importaciones.

Gráfico 21: Niveles de Operación de las Políticas



Fuente: Díaz-Bonilla (2015).

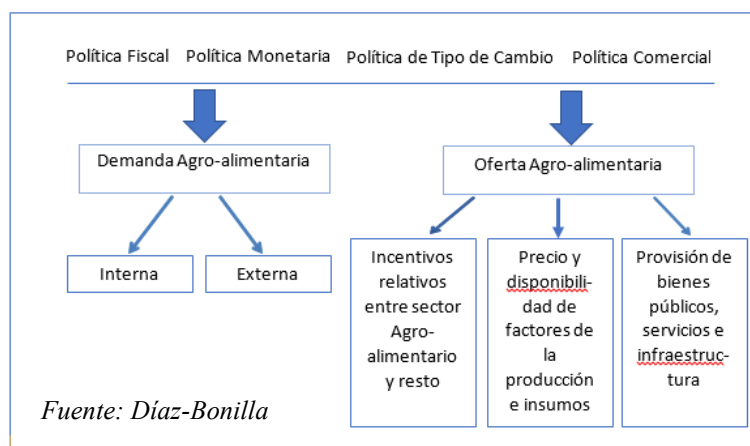
Los temas discutidos a continuación siguen aproximadamente los niveles del Gráfico, empezando por los aspectos más generales.

Aspectos Macroeconómicos

Políticas macroeconómicas y el sector agro-alimentario

El Gráfico 22 muestra esquemáticamente cómo las políticas macroeconómicas pueden afectar a la actividad del sector agro-alimentario.

Gráfico 22: Políticas Macroeconómicas



Fuente: Díaz-Bonilla

Primero, es crucial considerar el lado de la demanda, tanto interno como externo. La demanda interna en general -y en particular para los productos agro-alimentarios- depende del crecimiento de toda la economía, así como de la generación de empleo, de la reducción de la pobreza y la mejora en los patrones de distribución del ingreso, todos ellos factores afectados por las políticas macroeconómicas. Los subsidios al consumo de alimentos pueden desempeñar un papel importante en algunos países (con importantes consecuencias fiscales y otras implicaciones económicas generales). La demanda externa depende también de los precios relativos en los mercados interno y externo. Las políticas monetarias, fiscales, cambiarias y comerciales afectan el nivel, la tasa de crecimiento y la distribución del ingreso y los precios relativos entre los productos nacionales y externos, influyendo así en el lado de la demanda (interna y externa). En general, es necesario que las políticas macroeconómicas (y otras) mantengan un crecimiento sostenible de la demanda agregada en consonancia con la oferta agregada potencial, aseguren un crecimiento socialmente inclusivo y amplio, y faciliten las oportunidades comerciales como parte de la demanda de productos agrícolas.

En segundo lugar, el nivel y las variaciones esperadas de los precios macroeconómicos (como el tipo de cambio, las tasas de interés y los salarios) definen los incentivos relativos entre las actividades agrícolas y no agrícolas, con importantes implicaciones para la trayectoria de crecimiento de la economía. El nivel y el cambio en los impuestos o en las transferencias/subvenciones de los gobiernos (todos los factores a menudo influenciados por las políticas fiscales y comerciales) contribuyen a determinar los ingresos de los productores agrícolas y de los agentes de las cadenas de valor agroindustrial.

En tercer lugar, las políticas macroeconómicas afectan los precios y la disponibilidad de factores o la producción y los insumos (en sentido amplio), lo que repercute en el lado de la oferta de la agricultura primaria y el funcionamiento de las cadenas de valor. Por ejemplo, la disponibilidad de crédito depende en parte de la política monetaria y financiera; la disponibilidad y los precios de los insumos y la maquinaria pueden verse influidos por los tipos de cambio y las políticas comerciales internacionales; y otros aspectos similares. Los precios macroeconómicos afectan también el nivel y la composición de las inversiones, el empleo y el sesgo tecnológico.

En cuarto lugar, las operaciones de los agricultores y las cadenas de valor agrícola requieren servicios públicos productivos (como la investigación y la extensión), se benefician de los servicios sociales en las zonas rurales (salud y educación) y dependen

de la calidad de la infraestructura rural y regional pertinente (riego, carreteras, comunicaciones, etc.), todo lo cual se ve afectado por las políticas fiscales. Además, las políticas fiscales que permitan suficientes recursos descentralizados para mantener la paz y la seguridad ciudadana en las zonas rurales, así como controlar las enfermedades endémicas en el campo (como el paludismo en muchos países en desarrollo), eliminaría las restricciones al crecimiento agrícola que pueden ser tan limitantes como un muy mal recurso Base (Díaz-Bonilla, Orden y Kwieciński, 2014). En general, los vínculos cruciales entre la oferta agrícola y la demanda interna y externa, que garantizan que la demanda global se traduzca en oportunidades de mercado específicas para los productores agrícolas, están influenciados por las macro políticas que afectan la provisión de bienes públicos y la infraestructura para la economía rural, y el funcionamiento de las cadenas de valor.

Por último, un objetivo importante de las políticas macroeconómicas es evitar las crisis económicas -que afectan al crecimiento, la pobreza y la seguridad alimentaria cuando ocurren-, sino también porque repercuten negativamente en el capital físico y humano y pueden dejar un legado de deuda pública y privada que va a limitar la demanda agregada en el futuro.

Las políticas macroeconómicas deben considerarse en un marco integrado basado en las identidades contables que definen los vínculos económicos entre los hogares, las empresas, los bancos e instituciones financieras, el gobierno y la economía global. Programas económicos consistentes consideran con mucho cuidado las identidades contables globales de la economía; apuntan al equilibrio interno y externo de la economía; y diseñan políticas fiscales, monetarias y financieras, cambiarias y comerciales utilizando un único marco cuantitativo, procurando alcanzar objetivos múltiples como crecimiento, empleo, estabilidad de precios, fortaleza bancaria y financiera, sostenibilidad fiscal y de las cuentas externas.

Dado que los objetivos son múltiples hay que considerar que pueden existir contraposiciones entre ellos. En particular, es importante que los objetivos de inflación sean realistas, y que no lleven a apreciaciones del tipo de cambio real (TCR)⁴² (es decir, una política de dólar barato), que afecten al crecimiento y el empleo.

⁴² El TCR es usualmente definido como el precio de los productos comercializables internacionalmente dividido por el precio de los productos nacionales no comercializables internacionalmente. En la práctica,

En todo caso, es importante la capacitación de los organismos sectoriales para poder interactuar con los Ministerios de Economía y Finanzas y los Bancos Centrales en estos temas macroeconómicos, especialmente con el manejo del tipo de cambio y el diseño de programas monetarios que eviten la apreciación del tipo de cambio real y que faciliten el crédito productivo de largo plazo.

Tipo de cambio real

La combinación de políticas fiscales deficitarias y monetarias contractivas, lo que ha estado sucediendo en nuestro país, usualmente llevan a la sobrevaluación de la moneda local, y terminan afectando negativamente a la economía. Un tipo de cambio sobrevaluado hace que las importaciones sean baratas y las exportaciones caras, lo que genera déficits en el comercio internacional. La historia muestra que la sobrevaluación del TCR llevó a la quiebra a empresas en la región y en nuestro país que hubieran sido competitivas con paridades más realistas y sostenibles del tipo de cambio, y abarató artificialmente el precio del capital en relación con el trabajo, todo lo cual contribuyó al desplazamiento de trabajadores con maquinarias y a incrementar el desempleo durante esos episodios.

Por otra parte, la política de TCR apreciado también contribuyó a los altos niveles de endeudamiento en dólares del sector público y privado, llevó a la adopción generalizada de divisas extranjeras en las transacciones internas (fenómeno conocido como "la dolarización de la economía"), a la vez que dio incentivos objetivos para que diferentes agentes económicos decidieran colocar buena parte de su riqueza en el exterior. La apreciación de la moneda local también afecta negativamente al turismo, una actividad importante en ALC y en nuestro país.

En consecuencia, la sobrevaluación aguda del TCR termina usualmente en crisis de balanza de pagos y crisis fiscales y bancarias. Por lo general, estas crisis son acompañadas por el aumento de la pobreza y el deterioro de la seguridad alimentaria.

Por todas esas razones, diferentes estudios muestran que la apreciación de la moneda tiende a deprimir el crecimiento y el empleo (ver por ejemplo, Rajan *et al.* (2009),

cuando se habla de TCR es el tipo de cambio nominal ajustado por la inflación nacional y por la de los socios comerciales.

mientras que una moneda algo más competitiva está asociada con mayor crecimiento en países en desarrollo (Rodrik, 2008; Berg & Miao, 2010; Korinek & Servén, 2010).

En ALC, sin embargo, la discusión parece centrarse solamente en que una moneda más depreciada disminuye el salario real. En realidad, desde una perspectiva de crecimiento y desarrollo y de ampliación del mercado interno por la expansión del empleo, debe interesar el total de la masa salarial, es decir el salario multiplicado por el empleo. Si el TCR se aprecia, un salario real más alto en dólares no va a favorecer al sector laboral si el crecimiento y el empleo se reducen proporcionalmente más.

De todas maneras, debe notarse que un peso excesivamente subvaluado también tiene costos que hay que computar: a) en el caso de los países exportadores de alimentos la devaluación pone presión sobre los precios internos; b) encarece las importaciones de insumos y bienes de capital de alta tecnología necesarios para mejorar la productividad de las economías; c) obliga a un mayor esfuerzo público y privado para pagar la deuda denominada en moneda externa; d) reduce el valor en dólares de las empresas nacionales lo que favorece su compra por inversores externos, debilitando la formación de un empresariado nacional; y e) puede contribuir a la emigración al exterior de gente capacitada para obtener fuera del país salarios más en línea con su capital humano.

Como en todas las cosas hay que tener un balance de las diferentes variables macroeconómicas en un programa integrado. Lo que necesitan el sector productivo y la sociedad en ALC y en nuestro país es un tipo de cambio real mucho menos volátil y cambiante que lo que la historia muestra (pero no fijo), medido contra diferentes monedas (para no quedar atado solamente a los vaivenes del dólar), y competitivo a niveles que reflejen condiciones de sostenibilidad de mediano y largo plazo de las cuentas externas y la valorización del trabajo y la producción nacional en su conjunto.

Financiamiento productivo de mediano y largo plazo

El sector agro-alimentario en muchos países en desarrollo y, en particular, los productores familiares y pequeños sufren limitaciones en el financiamiento, especialmente de mediano y largo plazo, no obstante la expansión en muchos de esos países de los servicios bancarios del sector privado. Se necesita el fortalecimiento de instrumentos para el financiamiento rural, lo que incluye el desarrollo de opciones de financiamiento tanto del sector privado como del sector público.

Una parte importante de la discusión sobre las necesidades de financiamiento del sector agro-alimentario, especialmente el de largo plazo, se centra en las instituciones (qué tipos de bancos se necesitan para financiar esta actividad, con sus riesgos y características específicas) y qué tipos de instrumentos pueden usarse para movilizar los recursos por el lado de los activos de las instituciones financieras (diferentes tipos de préstamos, leasing, warrants, financiamiento a cadenas de valor, etc.) y por el lado de los pasivos (cuentas corrientes, de ahorro, otras fuentes de fondos, etc.).

Pero el tema del financiamiento a largo plazo puede requerir intervenciones fiscales y/o de política monetaria más innovadoras. Aquí es nuevamente importante la correcta combinación de una política fiscal más austera que permita asignar fondos públicos para el financiamiento de mediano plazo, y una política monetaria más expansiva, quizás considerando la posibilidad de volver a utilizar redescuentos del Banco Central que financian programas de crédito agropecuario y a las cadenas de valor, dentro de una programación monetaria adecuada que no alimente la inflación ni lleve a crisis del tipo de cambio (ver Díaz-Bonilla, 2015 para una discusión más detallada de las políticas monetarias y financieras en relación con el sector agropecuario).

Institucionalidad del planeamiento estratégico y del diálogo público-privado

Planeamiento Estratégico

Los países que en las últimas décadas han sido capaces de generar transformaciones económicas y sociales significativas y a un ritmo acelerado han tenido como denominador común el haber podido definir una visión de mediano plazo para la sociedad en su conjunto, la que luego ha sido efectivizada mediante estrategias de más largo plazo, y planes consecutivos de plazos más cortos y con metas cuantitativas explícitas. En el caso de países con sistema de gobierno democrático, ese ejercicio de definir visiones estratégicas y articular programas específicos de más corto plazo se ha llevado a cabo dentro de esquemas institucionales de diálogo público-privado que consideran también el funcionamiento de las diferentes ramas de gobierno. La teoría del desarrollo más reciente y más relevante para nuestros países enfatiza la necesidad de esa construcción institucional (Rodrik, 2008; Devlin & Moguillansky, 2009, 2011).⁴³

⁴³ Estos autores analizan la experiencia de 10 países (Australia, República de Corea, República Checa, España, Finlandia, Irlanda, Malasia, Nueva Zelandia, Singapur, y Suecia) cuya convergencia con los países desarrollados ha sido considerada exitosa, en términos absolutos y también en comparación con América Latina y el Caribe.

En América Latina hay varios países, como Colombia, Brasil, y México, que han avanzado también en la fijación de Agendas Presidenciales o Visiones Estratégicas que definen un marco de resultados de gobierno, definiendo qué es lo que se quiere alcanzar con la gestión Presidencial en el período correspondiente (ver por ejemplo García Moreno & García López, 2010). Esto abre un canal de diálogo concreto con los actores políticos, el sector privado, sindicatos, y la sociedad civil, que permite pensar en la agenda de desarrollo de mediano y largo plazo. También sirve como un elemento para medir avances, lo que requiere haber fijado metas cuantitativas, tener un sistema de evaluación de resultados adecuado, y disponer de estadísticas confiables.

En nuestro país ha habido algunos programas para sectores individuales, pero, en general, han sido concebidos independientemente de los otros, sin un marco integrador, y en algunos casos, sin instrumentos de política para efectivizarlos. De hecho, en la Argentina todavía no existe un marco legal o mecanismos formales para el diálogo con las fuerzas políticas, los actores económicos, y la sociedad civil en la definición de visiones y planes para el país como un todo. Falta asimismo un proceso formal e integrado que articule la formulación de visiones estratégicas, el planeamiento de mediano plazo, y en el que las prioridades del gobierno se vinculen con el presupuesto (García Moreno & García López, 2010).

Por ende, sería importante armar ese marco institucional. Hay ejemplos en nuestra historia de intentos de crear Consejos Económicos y Sociales, y hay modelos internacionales que se pueden considerar para integrar la búsqueda de consensos y la planificación estratégica y que sirva de marco para el proceso de formulación, aprobación, ejecución, evaluación y control del presupuesto público (Devlin & Moguillansky, 2009, 2011).

Consejos Sectoriales de Competitividad

Los esquemas de planeamiento estratégico deberían ser completados con Consejos de Competitividad por productos, sectores productivos, o, mejor, por cadenas de valor. Los gobiernos en la Argentina y otros países en desarrollo dedican un tiempo importante de gobierno a tener reuniones sectoriales con diferentes actores económicos en las que se discuten sus reclamos. Ese tipo de interacción tiene varias limitaciones operacionales: a) no se basan en una agenda de mediano y largo plazo previamente acordada entre el sector público y el privado, sino que se originan usualmente en problemas concretos que generan actividades de “lobby”; b) no están apoyadas por

trabajo analítico previo compartido; c) no poseen una maquinaria institucional formal de seguimiento; y d) no necesariamente tienen a todos los actores relevantes para el tema que se esté tratando (especialmente si se trata de actividades de “lobby” de algún sector en particular).

Por el contrario, muchos de los países de alto crecimiento, especialmente asiáticos, en los que ha habido importante colaboración público-privada, han basado ese diálogo en estructuras formales conformadas a tal efecto, con participación de las más altas autoridades (incluyendo a veces el Presidente o Primer Ministro) y un mecanismo institucional establecido con reuniones periódicas y seguimiento de resultados.

Diferentes estudios sobre experiencias de desarrollo han enfatizado los mecanismos de diálogo y coordinación público-privado como un elemento importante de los casos exitosos de alto crecimiento. La “política industrial” en esta visión no sería tanto una colección de instrumentos de política económica (subsidios, impuestos, crédito, etc.) sino que más bien sería la construcción de un mecanismo institucional de diálogo y concertación (Rodrik, 2004 y 2008).

Estos Consejos pueden ser de carácter funcional (por ejemplo, políticas fiscales, logística y transporte) o sectorial (enfocados en un sector o cadena de valor en particular), y deben servir como mecanismos estructurados para el diálogo y la coordinación público-privado que permitan compartir información y diagnósticos, crear visiones compartidas de desarrollo por sector o tema, y para dar un marco de mayor certidumbre a las decisiones empresarias. Serían complementarios (y, en muchas instancias, un insumo) respecto del trabajo del Poder Legislativo en la legislación relacionada con la economía y la producción.

Los Consejos productivos por cadenas de valor pueden facilitar la transmisión de información: a través de ellos el sector público se puede nutrir de datos sobre mercados internacionales, tendencias tecnológicas, y el impacto de las regulaciones en los ámbitos doméstico e internacional. En particular, pueden ser utilizados para monitorear la evolución de las dimensiones estratégicas (como las que se discutieron acá, u otras) y plantearse escenarios futuros de corto, mediano, y largo plazo. Todo eso permite definir políticas y planes de acción sectoriales más adecuados, y facilita el diálogo sobre dichos planes con el sector privado. Estos entes son también un lugar natural donde considerar los problemas de financiamiento e impositivos de las cadenas de valor.

Asimismo, los Consejos ayudarían a hacer más transparente y a socializar la información en general, evitando acuerdos parciales entre sectores que pueden ser ineficientes o inequitativos a nivel de país, y que pueden llevar a críticas de corrupción y favoritismo. Desde un punto de vista democrático, ofrecen vías de comunicación entre el gobierno y sectores empresariales, sindicales, académicos, y la sociedad civil en general. Para cada uno de los agentes económicos participantes (incluyendo el sector laboral y el empresarial), estos Consejos ofrecen mayores certezas sobre la permanencia de las políticas y regulaciones que aplican a la industria o sector, ya que éstas no pueden ser alteradas arbitrariamente al haberse discutido públicamente dentro de los Consejos.

Con regulaciones claras y efectivas, y una visión compartida de las tendencias y premisas relevantes para el sector o industria los empresarios pueden concentrarse en la competitividad de sus empresas, sin temor a que otros se beneficien con tratamiento preferencial por parte del gobierno. En este caso sería la competencia, y no la corrupción o el “lobby,” lo que determinaría los niveles de rentabilidad de cada empresa. A su vez, a los trabajadores les daría una visión de los problemas y oportunidades que confronta el sector donde trabajan, y, de esta manera, se ayudaría a que puedan modular con mejor información sus justas expectativas laborales.

Los Consejos productivos también permitirían hacer seguimiento del tema de precios e inflación, pero en un contexto más amplio, unido también a temas de inversión, competitividad, comercio internacional, impuestos, aspectos laborales, etc., tratados de manera sistemática.

La conformación institucional puede variar dependiendo de la estructura de Ministerios. Pero un aspecto central para el diálogo público-privado es tener una excelente base de estadísticas, lo que requiere asegurar el carácter técnico e independiente del INDEC y reforzar su capacidad analítica.

Estos Consejos pueden contribuir a mejorar el funcionamiento público y privado, actuando como mecanismos de solución de problemas de manera sistemática, aumentando la previsibilidad y certidumbre, y mejorando el clima de negocios para la inversión privada. Políticas erráticas, cambios de criterios, e intervenciones descoordinadas de un plan general generan incertidumbre y desalientan la inversión. Encuestas a PyMEs y a empresas más grandes en la región sobre las razones que limitan la inversión han identificado a la incertidumbre acerca de las políticas como una de las

limitantes principales que tienen para invertir (70% de los encuestados mencionó este problema; ver Batra, Kaufmann, y Stone, 2003). Por ende, aunque no hay estudios que traduzcan cuantitativamente estas respuestas cualitativas, se podría esperar que los Consejos, con su aporte para la consolidación de las expectativas privadas, incrementen la inversión privada.

Finalmente, como se mencionó, los Consejos Sectoriales deben estar insertos en un marco más general de Planificación Estratégica, ya que los estudios sectoriales preparados por los funcionarios técnicos deberían situar a cada sector en una estrategia general. A su vez tienen que articularse de manera más explícita al mecanismo presupuestario, como ocurre en varios países de alto desempeño económico, como Corea.

Infraestructura, logística, y ciudades intermedias

Logística

El sistema de logística y, dentro de éste, los servicios e infraestructura de transporte, son todos aspectos claves para el desarrollo regional y nacional, en tanto impactan en forma directa en el costo de las actividades económicas y en la competitividad de las empresas.⁴⁴ En muchos casos, la distancia puede transformarse en una barrera de acceso a los mercados, afectando negativamente el empleo en regiones no integradas a los flujos económicos debido a la falta de infraestructura adecuada de transporte y de sistemas de logística.

Guasch and Kogan (2006) calcularon que, a principios de la década del 2000, los costos de logística representaban el 27% del PBI de Argentina, comparado con Brasil con 24.5%, Colombia, 21%, México, 18.5%, y Chile, 16%, mientras que el promedio de la OECD era el 9% y el de EE.UU., 8.5%. Por su parte, más recientemente Gonzalez, Guasch and Serebrisky (2007) también llamaron la atención a las diferencias de costos entre ALC y los países más eficientes (el Cuadro 5 es de esos autores; allí se presentan diferentes dimensiones del costo de logística):

⁴⁴ El sistema logístico incluye más que solamente la infraestructura de transporte, abarcando asimismo los servicios de transporte, otras actividades privadas conexas con el movimiento físico de mercancías, y el funcionamiento de las instituciones públicas relacionadas con el comercio interno y externo, entre otras cosas.

Cuadro 5: Indicadores del Costo Logístico

	Documentos para exportar	Días para exportar	Costo por container para exportar (US\$)	Documentos para importar	Días para importar	Costo por container para importar (US\$)
OECD	4.8	10.5	811	5.9	12.2	882.6
USA	6	9	625	5	9	625
ALC	7.3	22.2	1067.5	9.5	27.9	1225.5
Argentina	6	16	1470	7	21	1750
Brasil	7	18	895	6	24	1145
Chile	7	20	510	9	24	510
Colombia	6	34	1745	11	35	1773
Costa Rica	7	36	660	13	42	660
México	6	17	1049	8	26	2152
Perú	7	24	800	13	31	820
Uruguay	9	22	552	9	25	666

Fuente, Gonzalez, Guasch & Serebrisky (2007)

En las últimas estimaciones del índice desempeño logístico (LPI)⁴⁵ del Banco Mundial (que tiene un rango que va de menos eficiente con valor 1 a más eficiente con valor 5), ALC tiene un valor promedio de 2.7, por debajo del promedio mundial de 2.9. El mejor país de ALC en el ranking es Panamá (40 sobre 160 países), seguido por Chile (46), México (54), Brasil (55), Uruguay (65) y Argentina (66).

Yendo ahora específicamente al componente de transporte, la producción argentina, incluyendo la agroalimentaria, depende del camión en un porcentaje mucho más alto que en países comparables, lo que encarece la logística especialmente en las zonas más alejadas de los centros portuarios de las Provincias de Buenos aires y Santa Fe. Por ejemplo, Argentina usa transporte de carretera para movilizar un 94-96% de la carga, o sea unos 10 puntos porcentuales más que México, alrededor de 30 puntos porcentuales más que Brasil, y más de 60 puntos porcentuales por encima de Canadá y EEUU (Jorge Sanchez, 2011).

⁴⁵ Abarca diferentes dimensiones tales como operaciones de aduanas, infraestructura, comercio internacional, logística, control y seguimiento (“tracking and tracing”), y puntualidad.

En el caso particular de los granos y oleaginosas, el transporte interno en Argentina continúa siendo realizada en más de un 80% por camión contra menos de 20% en EEUU (Schnepf, Dohlman and Bolling, 2001). Por ello los costos de logística de la Argentina son más altos que otros países comparables de la región y cerca de tres veces más altos que en los países industrializados (González, Guasch, y Serebrisky, 2007; Barbero, 2010).

Incrementar la participación del ferrocarril tendría una serie de ventajas, si se lo opera adecuadamente: mayor eficiencia energética; menor costo de flete por unidad de producto en el transporte de grandes cantidades de carga a distancias medianas y largas; menor costo de mantenimiento de la red ferroviaria en comparación con carreteras; menores índices de accidentes; menor congestión de tránsito en carreteras y urbana; y menor emisión de CO₂ comparado con el transporte por carretera.

Dado el crecimiento de la producción agropecuaria en la Argentina, con expansión de la frontera productiva fuera de la zona pampeana, y el auge de la minería en diferentes regiones andinas del país, la necesidad reconstruir, modernizar y extender el sistema de ferrocarriles de la Argentina es obvia, y en particular el Belgrano Cargas (ver Serebrisky, Barbero, y Abad, 2010, y Barbero, 2010). Pero también se requiere el diseño de una matriz de transporte que articule de manera más eficiente el ferrocarril, con el transporte en camiones y la hidrovía, de modo de evitar que el transporte continúe siendo un factor de pérdida de competitividad para el sector agro-alimentario en la Argentina. En general, es necesario continuar también con el proceso de modernización y ampliación de puertos y aeropuertos.

Estas recomendaciones son también relevantes en general para una buena parte de los países de ALC.

Desarrollo rural y de ciudades intermedias.

La producción agropecuaria tiene una especificad geográfica, y requiere de inversiones en desarrollo rural y ciudades intermedias, incluyendo caminos rurales, servicios de salud y educación de calidad, comunicaciones, electricidad, gas, internet, y otros servicios públicos básicos.

Aunque ALC tiene varias mega-ciudades, la mayor parte de los migrantes rurales no parecen haberse trasladado a esos grandes centros urbanos, ya que casi el 60 por ciento de la población urbana de la región se localiza en ciudades intermedias y pequeñas de menos de 1 millón de habitantes (Díaz-Bonilla & Torero, 2017). Focalizar esfuerzos en

el desarrollo de ciudades intermedias, en lugar de las mega-ciudades, puede mejorar no solamente el balance territorial, sino que parece tener mejores resultados en términos de reducción de la pobreza, con contribuciones al fortalecimiento de las cadenas de valor agropecuario, y al crecimiento del sector agro-alimentario en particular. En otros casos, como en algunos países de ALC, una agricultura más comercial puede mantener a los agricultores más jóvenes en las zonas rurales, en parte apoyados por ciudades pequeñas e intermedias con equipamiento adecuado. Estos procesos también estarían relacionados con patrones diferenciados de atomización versus concentración de tierra como resultado de la dinámica migratoria (Díaz-Bonilla & Torero, 2017).

En relación con esto, parece especialmente importante asegurar una muy buena cobertura y eficiencia operativa para la telefonía celular e internet, no solamente por sus múltiples usos sociales y comerciales, sino porque en el caso del sector agro-alimentario proveen la base de infraestructura para una serie de mejoras de la competitividad, productividad, y coordinación en las cadenas de valor mediante el uso de tecnología de la información (TICs). Por ejemplo, la generación y transmisión de imágenes, y de posicionamiento global están aumentando la eficiencia y la productividad, reduciendo los costos de producción y con un mejor manejo ambiental al permitir un uso más preciso de agua y nutrientes a través de la agricultura y el riego de precisión. Sensores y TICs también están ayudando a una más rápida y rutinaria vigilancia de plagas y enfermedades, así como para mejorar la capacidad de predecir los patrones climáticos.

En un nivel diferente, otros desarrollos tecnológicos que tienen implicaciones para la agricultura, y que requieren de la infraestructura de comunicaciones, incluyen la recolección de grandes datos (“big data”) y mejor software para el análisis y entrega de información, el uso de “cloud computing,” y la utilización de redes sociales, todo lo cual puede facilitar la producción de información altamente especializada para diferentes regiones, productos y agricultores. Las importantes mejoras en la energía solar, mencionadas en la sección de energía, entre otras cosas, pueden reducir los costos de riego y del uso de algunas maquinarias agrícolas.

Riego

El Cuadro 2 incluye al cambio climático como una dimensión estratégico clave; pero, como se mencionó previamente, ese tema no es discutido en detalle en este trabajo. Sin embargo, corresponde hacer unas breves referencias como marco para la discusión

del riego y manejo del agua. Los datos históricos muestran un claro aumento de las emisiones de GEI en los últimos siglos, una mayor concentración de estos gases en la atmósfera, y un aumento de las temperaturas (IPCC 5, 2014). No obstante los acuerdos de la Cumbre de París (Cop21) de hacer todos los esfuerzos posibles para evitar incrementar las temperaturas medias por encima de 2°C en 2050 comparado con el período base de mitad de los 1800s, diferentes proyecciones sugieren que cada vez es mayor la probabilidad que el mundo supere esa marca (Stern, 2008). El impacto directo en la agricultura proviene principalmente de a) los cambios en el promedio y la variabilidad de la temperatura, de la precipitación y de la disponibilidad de luz (lo que determina la duración y calidad de la temporada de crecimiento); b) la disponibilidad de agua; c) el efecto de fertilización por CO₂; d) la evolución de enfermedades y plagas de plantas y animales vinculada al cambio climático; y e) cambios en el niveles de agua en los mares (Gornall *et al.*, 2010). Esos impactos del cambio climático en la producción agrícola son muy diferentes por regiones y cultivos, mientras que la determinación de los umbrales de tolerancia y resistencia de los cultivos específicos es una tarea muy compleja, dadas las relaciones no lineales entre las diferentes variables relevantes.

En el corto plazo, uno de los aspectos de importancia más inmediata para el sector agroalimentaria ha sido el incremento de la volatilidad⁴⁶ del clima de corto plazo. IPCC5, 2014, afirma que el calentamiento de la atmósfera ha aumentado, y seguirá aumentando, la frecuencia de los eventos extremos. Esta mayor volatilidad con mayor recurrencia de eventos climáticos extremos, como las sequías y las inundaciones, es el efecto más importante del cambio climático en el corto plazo. Esos fenómenos meteorológicos subrayan la importancia del manejo del agua, un tema fundamental que ALC y nuestro país deben considerar con gran atención. Esto incluye tanto la extensión de la superficie irrigada como una mayor eficiencia en la gestión del agua. ALC, en general, y Argentina, en particular, tienen áreas reducidas de tierras irrigadas y las que existen pueden mejorar claramente su nivel de eficiencia.

En el caso de Argentina, de acuerdo con estimaciones oficiales el área actual de riego de 2.1 millones de hectáreas, puede más que triplicarse hasta un área potencial de aproximadamente 6.2 millones de hectáreas. Las inversiones requeridas para ampliación de nuevas zonas, modernización y eficiencia de zonas actuales, y para riego

⁴⁶ Variabilidad incluye eventos extremos, como sequías, inundaciones, huracanes y otros similares.

complementario llegarían a casi 32.000 millones de dólares (FAO/UCAR/PROSAP, 2015). La producción anual en las zonas de intervención podría pasar de casi 5.900 millones de dólares anuales en la actualidad a 26.900 millones de dólares por año (FAO/UCAR/PROSAP, 2015). Las tasas internas de retornos por provincias en los diferentes proyectos considerados van desde el 12% hasta el 69% (FAO/UCAR/PROSAP, 2015).

Completar ese programa requiere resolver una serie de temas legales, institucionales, técnicos y de mercado, pero sobre todo se necesitan nuevos mecanismos de financiamiento público-privados sostenible para las inversiones generales y las inversiones prediales. Como se señala en el Informe Camdessus "Financiar el Agua para Todos" (2003), los proyectos relacionados con el agua, especialmente en riego, son complejos y difíciles de estructurar. En particular, los regímenes de riego de pequeña y mediana escala, en los que participan pequeñas explotaciones familiares, tienden a ser muy específicos de cada lugar; operan en comunidades que tienen una variedad de perfiles sociales y productivos; requieren considerar temas complejos de derechos de agua y sostenibilidad ambiental; y necesitan otros servicios y apoyo de infraestructura para producir y comercializar la producción incremental, entre otros desafíos. Por otra parte, involucrar potenciales inversores privados o de organismos multilaterales requeriría estructurar las oportunidades de inversión (como proyectos, pero también posiblemente como otros tipos de activos de inversión), para hacerlos atractivos a tasas razonables de rendimiento y perfiles de riesgo. Ese informe sugiere la creación de un fondo para preparar y estructurar proyectos en la forma de "un Fondo Rotatorio o fondos que consistan en fondos de donación para financiar la preparación y estructuración de costos de proyectos complejos" (p.22). En el IFPRI y el CIAT estamos trabajando para llevar adelante esa idea.

Además de los temas de riego y manejo del agua, los patrones climáticos cada vez más variables requieren el fortalecimiento de los sistemas meteorológicos de alerta temprana, y mejoras en los sistemas de seguros agropecuarios.

Innovación, Investigación y Desarrollo

La historia mundial y de la Argentina muestran el alto impacto económico de la inversión y desarrollo (I+D) en general, y en el sector agropecuario en particular (Alston *et al.*, 2000).

Nivel de inversión en I+D

La inversión en I+D se ha incrementado en ALC pero a) con grandes variaciones entre países (países como Brasil, Argentina, Uruguay y Chile está invirtiendo en I+D más del 1% del PBI agropecuario, cuando otros países de la región invierten significativamente menos; datos de ASTI, ver Beintema *et al.*, 2012); y b) aún en el caso de los países con niveles mejores, todavía están muy por debajo de los países desarrollados que invierten en promedio alrededor de 3% del PBI agropecuario (Beintema *et al.*, 2012). Por ello sería importante que los países de ALC, nuestro país incluido, trataran de aumentar sus inversiones en I+D, procurando acercarse al 2% del PBI agropecuario. En este sentido hay que recordar que la I+D en la agricultura tiene generalmente períodos de desarrollo de hasta 15 a 20 años, y por ende si las inversiones en I+D se retrasan, los beneficios tardarán aún más tiempo en materializarse (Alston *et al.*, 2000).

Aspectos Institucionales

Además de una mayor inversión se necesita considerar reconfigurar diferentes aspectos institucionales. Esto se debe en buena medida a que las tecnologías con mayor potencial para el sector se están desarrollando fuera de la I+D agropecuaria tradicional, que está todavía organizada en compartimentos separados siguiendo las divisiones de las disciplinas tradicionales. Ahora, por el contrario, muchas de esas nuevas tecnologías son el resultado de la integración o convergencia entre disciplinas, que no se encuadran en los "silos" establecidos dentro de las organizaciones de investigación y en las disciplinas tradicionales del conocimiento científico. Esta tendencia hacia la convergencia de las ciencias biológicas (incluidas las relacionadas con la agricultura) con la física, química, ciencias de la computación, las matemáticas y la ingeniería, está dando lugar a la aparición de nuevos campos de investigación interdisciplinarios que abordan una amplia gama de problemas científicos y sociales (National Research Council. US Committee, 2009).

Esta convergencia requiere una verdadera integración disciplinaria que va más allá de una simple colaboración entre disciplinas (MIT, 2011), lo que presenta nuevos e importantes desafíos a las estructuras organizativas existentes y a los modelos actuales de financiación de la ciencia. Hacen falta nuevas formas de organización para la colaboración entre disciplinas, utilizando sistemas avanzados de comunicación y de infraestructuras informáticas. La integración de disciplinas igualmente requiere la colaboración entre

instituciones de I+D en el sector público y privado que trabajan en proyectos con temas convergentes. Estos nuevos enfoques necesitan también de nuevas formas de financiación de la I+D (MIT, 2011).

Se necesita también reforzar la formación científica y tecnológica de los recursos humanos de ALC y la Argentina, lo que implica cambios profundos en la educación desde la primaria hasta la universidad. Asimismo, los problemas que afectan a las sociedades de ALC serían mejor abordados si se pasara de los enfoques más limitados de investigación y desarrollo a un enfoque más amplio de innovación (I+I+D) (Trigo, 2012).

Se debería considerar toda la cadena de valor agro-alimentaria, y no solamente la parte agropecuaria, lo que requiere un trabajo integrado de los institutos nacionales de investigaciones agropecuarias (INIAS), con otros institutos públicos, las universidades, y el sector privado.

ALC cuenta con un amplio marco institucional en el sector público. Al mismo tiempo, muchos de los cambios en la agricultura de ALC son impulsados por actores del sector privado, desde el nivel de los agricultores hasta las empresas nacionales e internacionales que participan en la producción de insumos agrícolas y el procesamiento y comercialización de productos agrícolas y alimenticios. Estos actores siguen, como es de esperar, enfoques de mercado basados en estimaciones privadas de costos y beneficios. La consideración y fijación de precios de las externalidades y los objetivos alternativos de la sociedad requiere fortalecer las políticas públicas, las instituciones y las inversiones relacionadas con la I+D agrícola, incluyendo las cuestiones cruciales de apoyo a la innovación institucional y la expansión del capital humano y capacidades (considerando que muchos investigadores de las instituciones públicas de ALC se están acercando a la edad de retiro).

Todo esto implicará también nuevos enfoques organizativos, especialmente para coordinar a través de múltiples actores (productores, comunidades indígenas, consumidores, agroindustrias de insumos y de procesamiento, y supermercados y otros puntos de venta que trabajen directamente con los consumidores) y redes de trabajo, incluyendo las regionales e internacionales. Desde esta perspectiva, los Consejos productivos por cadenas de valor, discutidos previamente, pueden ser un foro para identificar problemas claves que requieran soluciones tecnológicas y de innovación, para

coordinar los esfuerzos necesarios para encontrar esas soluciones, y, un punto crucial, para ver cómo financiar esos trabajos.

Aspectos Temáticos

El sector agropecuario está sometido a una multiplicidad de demandas relacionadas con el incremento de la producción, el crecimiento económico, la rentabilidad, el empleo, la reducción de la pobreza y la inseguridad alimentaria, la inocuidad y nutrición, la sostenibilidad ambiental y los desafíos del cambio climático. Esa variedad de demandas se traslada también a la I+D agropecuaria, lo que implica que éste debe ir más allá de un enfoque exclusivo en el incremento de la producción primaria e incluir ahora los encadenamientos hacia adelante y hacia atrás de las cadenas de valor, teniendo en cuenta las opiniones de diversos actores sociales. A continuación, se mencionan algunos tópicos a considerar.

a) Cambio climático

Cualquiera que sea la incertidumbre acerca del impacto global y geográfica a mediano y largo plazo en la agricultura y la producción de alimentos, es importante tener en cuenta la probabilidad de que el mundo esté en camino de superar los 2°C durante las próximas décadas, lo que afectará la producción agrícola y de alimentos, y requerirá inversiones sostenidas en I+D, tanto en adaptación como en mitigación.

En lo que hace a adaptación al cambio climático a mediano plazo, se debe reforzar la investigación en temas como el desarrollo de nuevas variedades para mejorar la adaptación a condiciones muy variables, diferentes fechas de siembra y/o cosecha y zonas cambiantes de la producción, teniendo en cuenta los cambios de temperatura, lluvia, luz del día y de la evolución de las plagas y enfermedades, a la vez que se mejoran los sistemas de gestión de riesgos.

También es importante considerar temas de mitigación, teniendo en cuenta que la agricultura es un sector importante a nivel mundial de emisión de gases de efecto invernadero. Para contribuir al mantenimiento de las emisiones en un camino sostenible, y anticiparse a potenciales demandas de reducir la huella de carbono en los alimentos, la I+D debería incluir aspectos relacionados con el manejo y conservación de bosques, la recuperación de pasturas degradadas, la utilización de métodos de labranza mínima o cero (en los cuales la Argentina está en la avanzada), el desarrollo de otros mecanismos de

captura de carbono, la producción ganadera sostenible, el adecuado uso de fertilizantes, el manejo integrado de plagas y nutrientes, y el uso sostenible y conservación de la biodiversidad.

En ese sentido la tecnología agropecuaria debería fomentar el concepto de eco-eficiencia (CIAT, 2011) mediante tecnologías con "múltiples ganancias," es decir, que atienden múltiples objetivos productivos, sociales y ambientales a la vez. Se trata de utilizar el I&D para mejorar los ingresos y empleo mediante el aumento de la productividad a la vez que se minimizan los impactos ambientales negativos a través de un uso más económico y ecológicamente prudente de los recursos (CIAT, 2011). Por ejemplo, las tecnologías pueden clasificarse considerando varias dimensiones, como el aumento de los rendimientos, la reducción en el uso de insumos materiales (agroquímicos, agua y energía), si son utilizables por productores familiares y pequeños, si apoyan la capacidad de funcionamiento ("resiliencia") frente a diferentes escenarios de cambio climático, y si son adecuadas desde el punto de vista del género y otros criterios de vulnerabilidad, entre otras cosas. El enfoque de "eco-eficiencia" sugerido por el CIAT es una forma de abordar esos múltiples objetivos.

b) Nutrición y Salud. Preferencias de los Consumidores

La convergencia de problemas de carencias alimentarias (en calorías, vitaminas, minerales, y otros elementos esenciales) junto con problemas de obesidad, hipertensión y diabetes requieren una visión integrada de las políticas agropecuarias y las de salud y nutrición.

Un imperativo claro que fluye de las preferencias de los consumidores es la necesidad de producir alimentos sanos y de alta calidad. Para ello se necesitan esfuerzos de control de sanidad, junto con mecanismos de I+D agropecuaria y agroindustrial que incorporen esas preocupaciones. Las campañas de educación del consumo deben ir acompañadas por esfuerzos en el manejo de los programas alimentarios de los gobiernos de la región (desde los comedores escolares hasta el Plan Alimentario Nacional) que aseguren también que se consideran tanto los temas de desnutrición como los de mala nutrición basada en excesos de grasas, azúcares y sal.

Para una región exportadora neta como es ALC es importante monitorear la evolución de las preferencias de los consumidores en el resto del mundo e ir alineando las tecnologías correspondientes. En los países desarrollados está clara una tendencia hacia

requerimientos en relación con temas como la huella de carbono, el impacto sobre la biodiversidad, y preocupaciones similares. Estas demandas pueden terminar por imponerse no como resultado de políticas públicas, sino debido a lineamientos privados (de los agro-procesadores y supermercados) que tratan de adaptarse a los deseos de los consumidores. Como fuera mencionado, los esfuerzos para limitar el consumo de carne también tendrán implicaciones para la región, así como los nuevos avances tecnológicos para producir productos sustitutos de la carne, pero con características visuales, de cocción y de palatabilidad similares.

Por ende, cuando se decidan las prioridades de I+D en ALC y en nuestro país es central tener en consideración las características y preferencias de los consumidores.

c) Energía y agricultura

Por lo general, cuando se habla de la relación entre energía y agricultura, los temas principales parecen ser los biocombustibles y la competencia entre alimentación y combustibles (sobre todo en el caso de los biocombustibles a partir de maíz y soja). Las recomendaciones habituales de I + D se centran en la búsqueda de materias primas no alimentarias para la producción de biocombustibles (como el uso de materiales lignocelulósicos y otras fuentes no comestibles en la segunda y tercera generación de biocombustibles). Otra cuestión importante es el uso y el reciclado de la biomasa y el material orgánico como fuente de energía en la producción agrícola. Un reto consiste en desarrollar modelos de producción en el que agricultores pequeños y familiares pueden participar en la producción de agro-energía, e integrar estos modelos en las estrategias de desarrollo local (FORAGRO Executive Committee, 2010).

Al mismo tiempo, el análisis de las secciones anteriores sugiere la necesidad de tomar una visión más amplia del análisis relacionado con la energía y la agricultura que incluye a, pero va más allá de, los biocombustibles y el uso de la biomasa. El aumento de la eficiencia energética y la captura y reciclado de energía en la producción agropecuaria y en la cadena de valor posterior es un enfoque "de ganancias múltiples" que lleva a la reducción de costos y la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, a la vez que toma en cuenta la posibilidad que en un futuro quizás no muy lejano la obligación de generar esas eficiencias energéticas pueda provenir de políticas públicas y/o de normas privadas que exigen la divulgación de la huella de carbono de los productos alimenticios.

En el caso particular de Argentina una incógnita principal es la evolución de la producción de shale gas, que puede tener una variedad de impactos sobre el sector: por una parte, puede abaratar la energía en la Argentina y la producción de fertilizantes, y mejorar las finanzas públicas; por la otra, puede apreciar aún más el TCR, en otra manifestación de la llamada “enfermedad holandesa.”

Finalmente, los importantes avances en la producción de energía eléctrica a partir del aire y el sol, puede transformar completamente el panorama energético con enormes ramificaciones dentro y fuera del sector agroalimentario. Los organismos de I+D deberían seguir la evolución de estos cambios tecnológicos con enorme atención para poder definir adecuadamente las prioridades. En todo caso, se requiere ir construyendo una visión más sistemática e integral de la compleja relación entre la energía y la agricultura.

Productores agropecuarios y otros actores rurales

Otro aspecto clave hacia el futuro para el desarrollo agropecuario y su contribución al desarrollo económico en general y a la sostenibilidad social y ambiental es la evolución de la estructura agraria, y el papel de la agricultura familiar en ese contexto. En general, no es fácil definir apropiadamente qué es la agricultura familiar debido a la gran heterogeneidad de condiciones, así como los diferentes criterios utilizados para clasificar la variedad de tipos de productores. Por ejemplo, la clasificación debe tener en cuenta no solamente las características específicas de la familia sino también la dimensión geográfica, que incluye los aspectos tradicionales de la calidad de los recursos productivos y el clima, pero que también debería considerar los niveles de inversión pública en un área. En todo caso, es necesario recordar esa heterogeneidad para el diseño e implementación de políticas e inversiones que permitan mejorar la productividad y la gestión sostenible de los recursos naturales, especialmente la tierra y el agua. Asimismo, la vitalidad de las comunidades rurales y la ocupación balanceada de los espacios nacionales requieren una agricultura familiar dinámica.

La evolución de la estructura agraria está relacionada con las ventajas relativas de las empresas comerciales versus los productores familiares y pequeños (Deininger & Byerlee, 2011). Las primeras pueden tener ventajas de escala, como en el caso de algunos cultivos de plantación, o pueden ser beneficiadas por políticas públicas y prácticas privadas que les dan mejor acceso al crédito y a los mercados. Pero, en general, la producción agrícola en todo el mundo sigue mostrando una presencia significativa de la

agricultura familiar y de pequeños productores. Estos últimos parecen tener mejores condiciones para adaptarse a las variaciones locales de calidad de los recursos naturales, el clima y las condiciones de comercialización, debido a la mayor flexibilidad que permite la utilización de mano de obra familiar. La protección del medio ambiente y la reducción de la pobreza también estarían más asociados con la agricultura familiar.

Cambios recientes en la producción y comercialización (tales como tecnologías que permiten estandarizar y monitorear las labores, normas de calidad y de certificación ambiental más numerosas y estrictas, y quizás la falta de mano de obra en zonas de expansión agropecuaria) pueden estar llevando a tamaños mayores de empresas agropecuarias y a la integración vertical en las cadenas de valor (Deininger & Byerlee, 2011). La presencia de grandes operadores agrícolas en diferentes países de América Latina y de África, han reavivado el debate sobre las ventajas comparativas de las diferentes formas productivas. Por otra parte, hay otras innovaciones tecnológicas, tales como la tecnología de la información, que son de escala más neutra, y pueden ser utilizadas por los pequeños agricultores para coordinar aspectos productivos y de comercialización (Deininger & Byerlee, 2011). En general, es necesario eliminar los sesgos de política que puedan favorecer de manera artificial a las grandes empresas en detrimento de las formas familiares, tales como la falta de acceso a la financiación y a bienes públicos, incluyendo I+D y la infraestructura, una gestión deficiente de los mercados de tierras que hace que los pequeños agricultores y las comunidades indígenas no tengan sus derechos y títulos de propiedad registrados y protegidos, y tierras del Estado que no están claramente delimitadas y asignadas (Deininger & Byerlee, 2011). La aplicación adecuada de las normas ambientales y sociales también puede ayudar a mantener a los productores pequeños y familiares operando más adecuadamente.

Entonces los escenarios futuros dependerán no solamente de las ventajas competitivas inherentes a los productores familiares y pequeños, basadas en el trabajo familiar y el conocimiento local, sino también, y crucialmente, de la existencia de políticas públicas adecuadas.

Los países productores competitivos y con sostenibilidad social y ambiental necesitan una estructura agraria diversificada, con la presencia de empresas comerciales y diferentes tipos de productores familiares. Cada segmento va a requerir políticas e instrumentos diferenciados. Los programas públicos de apoyo a pequeños productores y agricultores familiares tienen que considerar el acceso a la tierra y manejo de agua, desarrollo y

utilización de tecnologías apropiadas, acceso al crédito y a estructuras de comercialización que no los discriminen a lo largo de la cadena. Las unidades familiares, pero en general todos los tipos de productores, se beneficiarán de políticas e inversiones del sector público en el desarrollo rural y en reducir fallas de mercado y mejorar mecanismos de coordinación. En particular minifundistas y asalariados sin tierra necesitan apoyo social, además de productivo. Para los sectores más pobres de la economía rural es muy importante el funcionamiento adecuado del mercado de trabajo, incluyendo la necesidad que las condiciones de empleo respeten las obligaciones legales en relación al trabajo infantil y de la mujer, y a los requerimientos de condiciones de salubridad, justo pago, y aportes para las contribuciones sociales. Las políticas públicas también deben supervisar los procesos de concentración y acaparamiento de tierras.

Otros temas cruciales son las políticas y el gasto público en desarrollo humano (educación, salud) y protección social (con instrumentos como transferencias condicionadas, que atienden a las personas, en lugar de subsidios a productos en general, que tienden a ser inequitativos e ineficientes). La región también debe prestar especial atención a la triple carga de la malnutrición, que abarca no solamente la desnutrición (primera carga) y las carencias de minerales y vitaminas (segunda carga), sino también la obesidad (tercera carga) con su impacto en la expansión de la diabetes y enfermedades cardiovasculares.

COMENTARIOS FINALES

Este documento ha tratado de presentar una revisión de las principales dimensiones estratégicas que van a determinar el contexto global para el sector agro-alimentario de ALC y de la Argentina. Tratando de diferenciarse de una visión excesivamente optimista de la evolución futura basados en altas expectativas de crecimiento económico y poblacional, aquí se ha tratado de destacar más bien los importantes desafíos que tenemos por delante en ALC y nuestro país. Ciertamente la intención no es pasar del optimismo al pesimismo. El objetivo es asegurar que estamos preparados para diferentes eventualidades, incluyendo para los tipos de escenarios que se discuten en estas páginas.

Lo que hagamos en ALC tiene implicaciones globales. En primer lugar, ALC es un componente crucial de la seguridad alimentaria mundial al proporcionar el mayor margen de exportaciones mundiales netas de alimentos, ayudando a estabilizar los precios y las

cantidades mundiales. Todas las simulaciones y escenarios futuros tienden a confirmar este papel para LAC en las próximas décadas. En segundo lugar, LAC es la principal región en desarrollo en términos de generación de bienes ambientales globales, incluyendo la biodiversidad, la operación de sumideros de carbón (“carbón sinks”) y la generación de oxígeno, que pueden verse afectados negativamente por una continuación de las tendencias actuales en términos de cambios en el uso de la tierra.

En última instancia, el gran desafío de América Latina y el Caribe, y de Argentina, es articular la importancia que tienen como grandes productores y exportadores agroalimentarios mundiales, con el papel de importante región productora de bienes públicos ambientales a nivel global, al tiempo que se mantiene un crecimiento sostenido con equidad y con alimentación adecuada para todos.

En ese desafío el papel de la Academia seguirá siendo central.

Palabras clave: sector agroalimentario, prospectiva, crecimiento, globalización, demografía, energía

Keywords: global agri-food sector, prospective, growth, globalization, demography, energy

Bibliografía

- African Development Bank, 2016. Feed Africa: Strategy For Agricultural Transformation In Africa. 2016-2025.
- Al-Riffai, P., Dimaranan, B. and Laborde, D., 2010. ‘European Union and United States Biofuel Mandates’, Impacts on World markets, December.
- Alcamo, J. et al. (2005) ‘Methodology for developing the MA scenarios’, in Ecosystems and Human Well-being: Scenarios. (Millennium Ecosystem Assessment).
- Alston, J. M. et al., 2000. A meta-analysis of rates of return to agricultural R&D: Ex pede Herculem? Intl Food Policy Res Inst.
- Anderson, K. & Valenzuela, E., 2008. Estimates of Global Distortions to Agricultural Incentives, 1955 to 2007. Washington, DC: World Bank.
- Anderson, K. & Nelgen, S., 2013. “Updated National and Global Estimates of Distortions to Agricultural Incentives, 1955 to 2011.” Washington, DC: World Bank.
- Baldwin, R. & Teulings, C., 2014) ‘Secular stagnation: facts, causes and cures’, London: Centre for Economic Policy Research-CEPR.
- Batra, G., Kaufmann, D., Stone, A.H.W., 2003. Investment climate around the world: voices of the firms from the world business environment survey (WBES). Washington, D.: The World Bank.
<http://documents.worldbank.org/curated/en/224501468765862983/Investment-climate-around-the-world-voices-of-the-firms-from-the-world-busines-environment-survey-WBES>.
- Barbero, J., 2010. Inter-American Development Bank. Infrastructure and Environment Department. TECHNICAL NOTES. No. IDB-TN-103. Inter-American Development Bank, 2010
- Beintema, N. et al., 2012. ASTI global assessment of agricultural R&D spending: developing countries accelerate investment. International Food Policy Research Institute.

- Berg, A. & Miao, Y., 2010. 'The real exchange rate and growth revisited: The Washington Consensus strikes back?'
- Berkhout, F. & Hertin, J., 2002. 'Foresight futures scenarios: developing and applying a participative strategic planning tool', Greener Management International. Greenleaf Publishing, pp. 37–53.
- Bloom, D.E., Canning, D. and Sevilla, J., 2001. Economic growth and the demographic transition.
- Borjeson, L. et al., 2005. Towards a user's guide to scenarios: A report on scenario types and scenario techniques. Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- Brink, L., 2011. 'The WTO disciplines on domestic support', WTO Disciplines on Agricultural Support: Seeking a Fair Basis for Trade. Cambridge University Press Cambridge UK, pp. 23–59.
- Camdessus Report "Financiar el Agua para Todos". 2003. (http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/world_water_council/documents_old/Library/Publications_and_reports/CamdessusReport.pdf)
- Chateau, J. et al. (2012) Long-term economic growth and environmental pressure: reference scenarios for future global projections.
- Chenery, H., 1979. Structural change and development policy. Washington D.C.: The World Bank. Available at: <http://documents.worldbank.org/curated/en/147291468331145843/Structural-change-and-development-policy>.
- CIAT, 2011. 'Annual Report. Pathways to eco-efficient agriculture', in. Cali, Colombia.
- Cuaresma, J.C., 2015. 'Income projections for climate change research: A framework based on human capital dynamics', Global Environmental Change. Elsevier.
- Dalio, R., 2015. How the economic machine works. Bridgewater. <https://www.bwater.com/Uploads/FileManager/research/how-the-economic-machine-works/a-template-for-understanding--ray-dalio-bridgewater.pdf>
- Deininger, K. & Byerlee, D., 2011. Rising global interest in farmland: can it yield sustainable and equitable benefits? World Bank Publications.
- De la Torre, A., Fajnzylber, P. and Nash, J., 2009. Low carbon, high growth: Latin American responses to climate change: an overview. World Bank Publications.
- Dell, M., Jones, B.F. and Olken, B.A., 2014. 'What do we learn from the weather? The new climate–economy literature', Journal of Economic Literature. American Economic Association, 52(3), pp. 740–798.
- Devlin, R. & Moguillansky, G., 2009. 'Alianzas público-privadas como estrategias nacionales de desarrollo a largo plazo', Revista Cepal.
- Devlin, R. & Moguillansky, G., 2011. Breeding Latin American Tigers: Operational Principles for Rehabilitating Industrial Policies in the Region. World Bank Publications.
- Díaz-Bonilla, E., 2010. 'Globalisation of agriculture and food crises: then and now', chapter 3 in B. Karapinar and C. Häberli (eds.), Food crises and the WTO. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Díaz-Bonilla, E., 2015. Macroeconomics, agriculture, and food security: A guide to policy analysis in developing countries. International Food Policy Research Institute.
- Díaz-Bonilla, E., 2016. The future ain't what it used to be: Growth models, structural change, and history. International Food Policy Research Institute.
- Díaz-Bonilla, E., 2017a. "Food Security Stocks: Economic and Operational Issues" chapter 8 in Laborde and Bouet (eds) "Agriculture, Development, and the Global Trading System: 2000-2015." IFPRI publications.
- Díaz-Bonilla, E., 2017b. "Food Security Stocks and the WTO Legal Framework" chapter 9 in Laborde and Bouet (eds) "Agriculture, Development, and the Global Trading System: 2000-2015." IFPRI publications.
- Díaz-Bonilla, E., Saini, E., Henry, G., Creamer, B. et al., 2013. Better to be foresighted than myopic: A foresight framework for agriculture, food security and R&D in Latin America and the Caribbean. Available at: http://ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2012/11/Better_to_be_Foresighted_than_Myopic.pdf.
- Díaz-Bonilla, E., Saini, E., Henry, G., Creamer, B., Trigo, E., 2014. Global strategic trends and agricultural research and development in Latin America and the Caribbean: A framework for analysis. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. 49 p. (CIAT Publication No. 400). http://ciat.library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/GLOBAL_STRATEGIC_TRENDS_AND
- Díaz-Bonilla, E., Orden, D. and Kwiecinski, A., 2014. 'Enabling Environment for Agricultural Growth and Competitiveness'. OECD Publishing.
- Díaz-Bonilla, E. & Robinson, S., 2010. 'Macroeconomics, macrosectoral policies, and agriculture in developing countries', Handbook of agricultural economics. Elsevier, 4, pp. 3035–3213.
- Díaz-Bonilla, E. & Torero, M. (2017) 'Regional Developments. Latin America and the Caribbean', in 2017 Global Food Policy Report. IFPRI, Washington, DC, US. Available at: <http://www.fao.org/3/a-bs201e.pdf>.

- Dobbs, R. et al., 2015. 'Debt and (not much) deleveraging', McKinsey Global Institute, p. 136.
- FAO and the Livestock, Environment and Development (LEAD) Initiative (2006). Livestock's long shadow. Environmental Issues and Options. Rome. Italy
- FAO. 2016. 'FAOSTAT'.
- FAO/IFAD/WFP. 2013. 'The State of Food Insecurity in the World 2013'. The multiple dimensions of food security. Rome, Italy
- FAO/WHO/UNU. 2001. Human energy requirements. Rome. Available at: <ftp://ftpp.fao.org/docrep/fao/007/y5686e/y5686e00.pdf>.
- Fondo Monetario Internacional. 2007. World Economic Outlook. Spillovers and Cycles in the Global Economy. Available at: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2007/01/>.
- Fondo Monetario Internacional (2015) World Economic Outlook. Adjusting to Lower Commodity Prices. Available at: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2015/01/>.
- FORAGRO. Executive Committee. 2010. Agriculture and rural prosperity from the perspective of technological research and innovation in LAC: FORAGRO Position 2010. Executive Summary. Available at: http://infoagro.net/archivos_Infoagro/Infotec/biblioteca/Summary-FORAGRO Position_Eng.pdf.
- Foresight Commission. 2011a. the future of food and farming: Final Project Report. The Government Office for Science, London, UK. Available at: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/288329/11-546-future-of-food-and-farming-report.pdf
- Foresight Commission. 2011b. Foresight Project on Global Food and Farming Futures Synthesis Report C4: Food system scenarios and modelling. London, UK: Government office for science.
- Foresight Commission. 2011c. Foresight Project on Global Food and Farming Futures Synthesis Report C7: Reducing waste. London, UK: Government office for science. Available at: <http://www.bis.gov.uk/assets/foresight/docs/food-and-farming/synthesis/11-627-c7-reducing-waste.pdf>.
- Foresight Commission. 2011d. Foresight Project on Global Food and Farming Futures Synthesis Report C8: Changing consumption patterns. London, UK: Government office for science. Available at: <http://www.bis.gov.uk/assets/foresight/docs/food-and-farming/synthesis/11-628-c8-changing-consumption-patterns.pdf>.
- Gale, F. & Callender, R., 2006. New directions in China's agricultural lending. DIANE Publishing.
- García Moreno, M. & García López, R., 2010. "Managing for Development Results: Progress and Challenges in Latin America and the Caribbean" Inter-American Development Bank
- Gonzalez, J.A., Guasch, J.L. and Serebrisky, T., 2007. 'Latin America: Addressing high logistics costs and poor infrastructure for merchandise transportation and trade facilitation', The World Bank, pp. 1-38. Available at: http://www.iadb.org/res/ConsultaSanJose/files/Infrastructure_Guasch_SP_Final.pdf.
- Gordon, R.J., 2012. 'Is US economic growth over? Faltering innovation confronts the six headwinds', National Bureau of Economic Research, (Working Paper No. 18315). Available at: <http://www.nber.org/papers/w18315>.
- Gornall, J. et al., 2010. 'Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century', Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences. The Royal Society, 365(1554), pp. 2973–2989.
- Guasch, J.L. & Kogan, J., 2006. 'Inventories and logistic costs in developing countries: Levels and determinants--a red flag for competitiveness and growth', Revista de la Competencia y de la Propiedad Intelectual. Lima, Peru, 5.
- Hamilton, J.D., 2011. Historical oil shocks. Available at: http://econweb.ucsd.edu/~jhamilton/oil_history.pdf.
- Hawksworth, J., 2006. The world in 2050: how big will the major emerging market economies get and how can the OECD compete? PricewaterhouseCoopers.
- Headey, D. & Fan, S., 2010. Reflections on the global food crisis: how did it happen? how has it hurt? and how can we prevent the next one? International Food Policy Research Institute.
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- Korinek, A. & Servén, L., 2010. 'Real exchange rate undervaluation: static losses, dynamic gains', World Bank Policy Research Working Paper, 5250.
- Laborde Debucquet, D. & Msangi, S., 2015. 'Biofuels, Environment, and Food: The Story Gets More Complicated'. Washington, DC.
- Lane, J., 2016. Biofuels Mandates Around the World: 2016. Biofuels Digest.
- Lazard. 2016 Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis. Version 10.0. December 2016. <https://www.lazard.com/media/438038/levelized-cost-of-energy-v100.pdf>

- Lee, M.I.H., Syed, M.M.H. and Xueyan, M.L., 2012. Is China over-investing and does it matter? International Monetary Fund.
- Leimbach, M. et al., 2017. 'Future growth patterns of world regions--A GDP scenario approach', *Global Environmental Change*. Elsevier, 42, pp. 215–225.
- Lewis, W. A. (1954) 'Economic development with unlimited supplies of labour', *The Manchester school*. Wiley Online Library, 22(2), pp. 139–191.
- Lutz, W., Cuaresma, J.C. and Sanderson, W., 2008. 'The demography of educational attainment and economic growth', *Science Magazine*. Citeseer, 319(5866), pp. 1047–1048.
- Maddison, A., 2010. 'Historical Statistics of the World Economy: 1-2008 AD'.
- McMillan, M.S. & Rodrik, D., 2011. Globalization, structural change and productivity growth.
- Melander, E., Pettersson, T. and Themnér, L., 2016. 'Organized violence, 1989–2015', *Journal of Peace Research*. SAGE Publications Sage UK: London, England, 53(5), pp. 727–742.
- Merven, B., Arndt, C. and Winkler, H.E., 2017. The development of a linked modelling framework for analysing the socioeconomic impacts of energy and climate policies in South Africa. WIDER Working Paper.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and human wellbeing: a framework for assessment. Washington D.C.: Island Press.
- MIT (Massachusetts Institute of Technology). 2011. The third revolution: The convergence of the life sciences, physical sciences, and engineering. MIT, Washington, DC, USA. 34 p.
- Msangi, S. & Rosegrant, M.W., 2011. Feeding the future's changing diets: implications for agriculture markets, nutrition, and policy. Edited by S. Fan and R. Pandya-Lorch.
- National Bureau of Statistics of China (2013) 'China's Economy Achieved a Stabilized and Accelerated Development in the Year of 2012', January. Available at: http://www.stats.gov.cn/english/pressrelease/t20130118_402867147.htm.
- National Intelligence Council. 2012. 'Global Trends 2030: Alternative Worlds'. National Intelligence Council.
- National Research Council. 2009. 'A new biology for the 21st century: ensuring the United States leads the coming biology revolution'. National Academies Press (USA).
- OECD-FAO., 2011, 2012 and 2013. Agricultural Outlook.
- Orden, D. et al., 2011. 'WTO disciplines on agricultural support'. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Patrouilleau, R. et al., 2012. 'Escenarios del sistema agroalimentario argentino al 2030', *Colección Cuadernos de prospectiva*, 2.
- Porter, M.E., 1985. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*, Free Press. New York: Free Press.
- Prebisch, R., 1950. The economic development of Latin America and its principal problems. UN.
- Rajan, R. G. et al., 2009. 'Aid, Dutch Disease, and Manufacturing Growth (forthcoming in the Journal of Development Economics)'. Citeseer.
- Reardon, T. & Timmer, C.P., 2012. 'The economics of the food system revolution', *Annu. Rev. Resour. Econ. Annual Reviews*, 4(1), pp. 225–264.
- Reca, L., Lema, D. and Flood, C., 2010. *El Crecimiento de la Agricultura Argentina. Medio Siglo de Desafíos*. Buenos Aires. Argentina: Universidad de Buenos Aires.
- Robinson, S. et al., 2015. 'The international model for policy analysis of agricultural commodities and trade (IMPACT): model description for version 3'.
- Rodrik, D., 2004. Industrial Policy for the Twenty-First Century. September 2004. Copy at <http://j.mp/2nRcNXi>
- Rodrik, D., 2008. 'The real exchange rate and economic growth', *Brookings papers on economic activity*. Brookings Institution Press, 2: 365–412.
- Rodrik, D., 2013. Structural Change, Fundamentals, and Growth: An Overview. Draft September 2013. http://drodrik.scholar.harvard.edu/files/dani-rodrik/files/structural-change-fundamentals-and-growth-an-overview_revised.pdf
- Rosegrant, M.W. et al., 2013. 'Water and food in the bioeconomy: challenges and opportunities for development', *Agricultural Economics*. Wiley Online Library, 44(s1), pp. 139–150.
- Samaniego, J.L. 2012. 'Demography, Urbanization and Natural Resources in Latin America and the Caribbean: Trends and Forecasts', in *Foresight in Agriculture: A Workshop on Future Challenges and Opportunities for Latin America and the Caribbean*. Washington, DC. Available at: http://ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2012/11/2012_samaniego_cepal.pdf.

- Sanchez, J., 2011. Serie técnica. Informe N° 1, Abril de 2011 “Distribución modal de las cargas de cabotaje de larga distancia en Argentina y un conjunto de países seleccionados.” <http://www.utn.edu.ar/download.aspx?idFile=17245>)
- Schnepf, R., 2013. Agriculture-based biofuels: overview and emerging issues. Congressional Research Service.
- Schnepf, R.D., Dohlman, E.N. and Bolling, H.C., 2001. Agriculture in Brazil and Argentina: Developments and prospects for major field crops. United States Department of Agriculture, Economic Research Service.
- Serebrisky, T. & Barbero, J., 2006. Argentina: el desafío de reducir los costos logísticos ante el crecimiento del comercio exterior. Informe No. 36606 – AR. Argentina: Banco Mundial.
- Serebrisky, T.; Barbero, J. y Abad, J., 2010. Logística: análisis y opciones para resolver sus desafíos estratégicos. Informe No. 54342-AR. Argentina: Banco Mundial.
- Smith, L.C. & Haddad, L.J., 2000. Explaining child malnutrition in developing countries: A cross-country analysis. International Food Policy Research Institute.
- Solow, R.M., 1956. ‘A contribution to the theory of economic growth’, The quarterly journal of economics. MIT Press, 70(1), pp. 65–94.
- Solow, R.M., 2005. ‘Reflections on growth theory’, Handbook of Economic Growth. Elsevier, 1, pp. 3–10.
- Spence, M., 2011. The next convergence: The future of economic growth in a multispeed world. Farrar, Straus and Giroux.
- Swan, T.W., 1956. ‘Economic growth and capital accumulation’, Economic record. Wiley Online Library, 32(2), pp. 334–361.
- Temple, J. & Wößmann, L., 2006. ‘Dualism and cross-country growth regressions’, Journal of Economic growth. Springer, 11(3), pp. 187–228.
- Trigo E., 2012. Los nuevos escenarios para la institucionalidad de la investigación agroalimentaria en América Latina y el Caribe. Buenos Aires, Argentina.
- UNIDO. 2005. Technology Foresight Manual. Organization and Methods. Volume 1 and Volume 2. Vienna, 2005. Retrieved from: <http://www.unido.org/index.php?id=o5216>.
- USDA (United States Department of Agriculture):
 - 2014a. Livestock and Poultry: World Marketsand Trade. FAS World Production, Markets, and Trade Reports. Washington, DC: USDA. Accessed 2015. http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf.
 - 2014b. World Agricultural Supply and Demand Estimates. Washington, DC: USDA. Accessed 2015. www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf.
 - 2015. Agricultural Projections to 2024. Office of the Chief Economist, World Agricultural Outlook Board, U.S. Department of Agriculture. Prepared by the Interagency Agricultural Projections Committee. Long-term Projections Report OCE-2015-1, 97 pp. February, 2015
- Van Vuuren, D. & Kriegler, E., 2012. ‘A framework for a new generation of socio-economic scenarios for climate change impact, adaptation, vulnerability and mitigation research’, Potsdam Institute for Climate Impact Research, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Von Braun, J., 2007. ‘When food makes fuel: The promises and challenges of biofuels’, in Brown, A. G. (ed.) Biofuels, energy and agriculture: Powering towards or away from food security?, p. 5. Available at: http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/vonbraun08_03.pdf.
- Weil, D.N., 2009. Economic Growth. Pearson Addison Wesley (Addison-Wesley series in economics). Available at: <https://books.google.com/books?id=67XKLAACAAJ>.
- Wright, B.D., 2011. ‘The economics of grain price volatility’, Applied Economic Perspectives and Policy. Oxford University Press, 33(1), pp. 32–58.
- Zahniser, S., 2012. ‘Commodity Markets and the USDA Agricultural Projections to 2020’, -Work shop on Future Challenges and Opportunities for Latin America and the Caribbean.- IADB-CIA T. Available at: www.ciat.cgiar.org/work/latinamerica/Documents/Commodity.
- Zhong, F., Xiang, J. and Zhu, J., 2012. ‘Impact of demographic dynamics on food consumption—a case study of energy intake in China’, China Economic Review. Elsevier, 23(4), pp. 1011–1019.

VI JORNADA INTERACADEMICA INTERNACIONAL
“RESISTENCIA MICROBIANA: ABORDAJE TRANSDISCIPLINARIO”

23 y 24 de noviembre de 2017
Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Av. Alvear 1711,
Buenos Aires, Argentina

ARGENTINA

ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

ACADEMIA NACIONAL DE MEDICINA

ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA Y BIOQUIMICA

URUGUAY

ACADEMIA NACIONAL DE VETERINARIA

ACADEMIA NACIONAL DE MEDICINA

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES DE LA VI JORNADA INTERACADÉMICA INTERNACIONAL

“RESISTENCIA MICROBIANA: ABORDAJE TRANSDISCIPLINARIO”

La resistencia microbiana (RAM) es un problema muy grave que enfrenta la humanidad, está entre los temas prioritarios de las Naciones Unidas (ONU), Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Internacional de la Salud Animal (OIE). La RAM produce directamente aumentos en la morbilidad, mortalidad y costos de los servicios sanitarios. Si no se actúa en forma coordinada e inmediata, en pocos años, no habrá antimicrobianos eficaces disponibles y las enfermedades infecciosas nos retrotraerán por lo menos un siglo. Los antimicrobianos son el único grupo de fármacos en los que el uso frecuente induce una más rápida obsolescencia y en los que las consecuencias del tratamiento de los pacientes actuales comprometen la utilidad del medicamento a futuro. Esto afecta a otros miembros de la sociedad que los requieran y a las futuras generaciones.

Alerta a esta crisis, la Asamblea Mundial de la Salud (el órgano decisorio supremo de la OMS) de mayo de 2015 adoptó un Plan de Acción Mundial para contrarrestar la RAM. A la vez, encomendó a los países elaborar sus respectivos planes nacionales de acción de acuerdo con el plan mundial.

Emergencia y diseminación de resistencias

Hasta hace un tiempo, se consideraba en la categoría de multirresistentes a los gérmenes más peligrosos. Se debió reconsiderar esto, para agregar dos categorías más, la de resistencia extrema y la de panresistencia (en éste último caso, no hay tratamiento disponible). Actualmente se reconoce la circulación de clones bacterianos “híper epidémicos”, que han tenido un papel esencial en la diseminación global de la RAM en las dos últimas décadas. Esos clones proveen una plataforma estable para el mantenimiento y la propagación de los genes de RAM. Son clones exitosos, de alto riesgo e internacionales. Existe un intenso intercambio de genes de resistencia entre el hombre, los animales de producción, las mascotas, la vida silvestre, los alimentos, el agua, el suelo y el medio ambiente. Ese intercambio se ve favorecido por la utilización de antibióticos, su presencia en el medio ambiente y el movimiento de las poblaciones humanas y

animales. Sin embargo, existen otros factores que contribuyen a la diseminación de RAM, entre los que se destacan la escasez de agua potable, la pobreza, la sobrepoblación humana y animal, la falta de prevención y control de infecciones en la salud humana y animal y, esencialmente, la poca comprensión del fenómeno por quienes tienen responsabilidades en el mismo

La comunicación de riesgos

Se debe enfatizar en estrategias de comunicación de riesgos asociados con la RAM en distintos niveles, incluidas las campañas de contención de la contaminación con microorganismos (potencialmente resistentes) a partir de alimentos y agua, en toda la cadena de producción y los hogares. Por otra parte, dada la selección de resistencia aun sin presión antibiótica, es insuficiente fundar los programas de control de la resistencia sólo en las políticas de uso o control de antibióticos. Es por eso imperioso mantener una estricta adherencia a las medidas de prevención y control de las infecciones.

Utilización de antimicrobianos en el hombre

El uso de antimicrobianos sin prescripción y la automedicación son variables claves que deben ser abordadas a través de un proceso de concientización destinada a las autoridades sanitarias, los médicos y la comunidad en general. La OMS desarrolló Guías de Práctica Clínica basadas en evidencia científica para fortalecer esta comunicación. En este contexto, se recomendaron diferentes acciones para la promoción de un uso racional de los antimicrobianos: pueden ser estrategias globales, nacionales o supranacionales (OMS, OPS, etcétera), o medidas locales, ya sean hospitalarias o comunitarias.

Los objetivos por alcanzar pueden agruparse en tres categorías principales:

Monitorización de la prescripción y uso de antimicrobianos y del desarrollo de RAM. Implica la recolección de datos del consumo de antimicrobianos, los niveles de resistencia en los microorganismos problema y las infecciones más comunes, tanto en el hospital como en la comunidad. La herramienta es la vigilancia.

Control y reducción del consumo de antibióticos. Su implementación es relativamente simple, aunque la realidad demuestra la dificultad de mantener las medidas en el tiempo. Entre las buenas prácticas se destaca la importancia del diagnóstico de laboratorio temprano y de ratificar o rectificar el tratamiento antimicrobiano luego de conocer los resultados del análisis microbiológico. La implementación de planes de administración

en consideración de parámetros farmacocinéticos/farmacodinámicos es una herramienta crítica.

Disminución y/o mitigación de la emergencia y diseminación de bacterias resistentes y determinantes de resistencia. Sin embargo, no se ha otorgado la suficiente relevancia a la comunicación de este tema. Y con ello nos referimos a mejorar el entrenamiento de los médicos en la comunicación con los pacientes y a desarrollar estrategias comunicacionales de las autoridades sanitarias hacia el personal de salud y la población que permitan transmitir la información con rigor y de manera oportuna. Además, se debe mejorar la comunicación entre quienes disponen de la información apropiada y todos los integrantes del sistema sanitario, facilitando que información de un nivel adecuado llegue a los consumidores.

La producción animal

La utilización en forma masiva de antimicrobianos en la producción animal, sin protocolos basados en la evidencia científica es un potencial riesgo de desarrollo y propagación de resistencia con impacto directo en la medicina humana y veterinaria.

Para indicar un tratamiento racional es importante conocer los microorganismos que con más frecuencia producen las diversas enfermedades, en cada zona, así como también conocer los patrones de sensibilidad antimicrobiana y su evolución en el tiempo. En los sistemas de producción intensiva de animales para consumo, los antimicrobianos se pueden utilizar con diferentes esquemas:

Promotores de crecimiento. Es el uso de antimicrobianos de clases normalmente no usadas en medicina humana, a dosis bajas durante tiempos prolongados a efectos de obtener mayores ganancias de peso. Los antimicrobianos utilizados como promotores del crecimiento actúan sobre la flora gastrointestinal, en una forma no estrictamente definida.

Profilácticos o metafilácticos. Para la prevención de brotes de infecciones.

Terapéuticos. También se los puede utilizar en forma terapéutica en grandes poblaciones (vía oral o inyectables) o en forma individual.

La necesidad de implementar políticas de Estado en salud pública, salud animal, sanidad ambiental y seguridad alimentaria

En la Argentina, hace dos años se diseñó el Plan Nacional para el Control de la Resistencia Microbiana¹. Actualmente, se trabaja en su perfeccionamiento y puesta en marcha. El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) implementó en el 2015 el Programa Nacional para la Vigilancia de la RAM en los animales de consumo. Cuenta con un laboratorio especializado que, en 2017, permitió iniciar la determinación de resistencia en aislamientos de *Escherichia coli* y *Salmonella* a partir de muestreos oficiales en aves y cerdos.

Uruguay, en 2017, inició un proceso de trabajo interdisciplinario e interinstitucional dirigido a diseñar el Plan Nacional de Resistencia Antimicrobiana de Uruguay orientado a la salud animal y las cadenas productoras de alimentos para el período 2018-2022 y tomando como variables claves la vigilancia, las medidas de prevención y control, la investigación, la formación y la comunicación y la gobernanza del propio plan. Las instituciones del sector público y privado, la investigación y la Academia definieron objetivos específicos, líneas estratégicas, medidas y acciones para cada variable clave con el enfoque de “una salud”. En esa línea es que se recomienda el fortalecimiento de las acciones conjuntas entre el Ministerio de Salud Pública (MSP) y el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP).

La iniciativa de “Una Sola Salud”

El aumento de la RAM implica una responsabilidad compartida entre los sectores de la salud humana, la salud animal, la salud vegetal y la protección del medioambiente, y requiere de una respuesta global, multisectorial y coordinada en el marco del concepto de “Una Sola Salud”.

El resurgimiento global de este enfoque fundamental fue propuesto y adoptado en el año 2001 por la alianza de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) para resolver los complicados asuntos que se registran en la interface entre la salud pública, la salud animal, la vegetal y los ecosistemas. Es un abordaje integrado y colaborativo para solucionar problemas que se plantean en la detección y gestión de enfermedades emergentes, reemergentes, infecciosas y no infecciosas, la seguridad de los alimentos, el medio ambiente y el comercio mundial.

(1) <http://www.anlis.gov.ar/wp-content/uploads/2017/11/Lazovski-Estrategia-ARGRAM2017.pdf>

Un enfoque transdisciplinario y análisis de riesgos

Esto sólo puede lograrse de forma **transdisciplinaria**, mediante formas de investigación integradoras de acuerdo con los principios de unidad del conocimiento más allá de las disciplinas. Un abordaje holístico que trasciende las divisiones tradicionales, cuyo objetivo es apreciar cada campo de estudio, con la capacidad de ver más allá de sus barreras y límites convencionales. Es un abordaje complejo y permanente, que aspira al diálogo y a la continua revisión.

En este contexto, el **Análisis de Riesgos** permite consolidar el abordaje integral de esta temática. Este proceso de evaluación, gestión y comunicación de riesgos es estructurado y sistemático: permite examinar los posibles efectos nocivos para la salud como consecuencia de un peligro y establecer opciones para mitigar esos riesgos. Este enfoque brinda una base de prevención para las medidas regulatorias tanto en el nivel nacional como internacional.

Hasta hace pocos años, en la Argentina no existían mecanismos ni estructuras institucionales que favorecieran un abordaje transdisciplinario de la resistencia microbiana. Uno de los objetivos de esta jornada fue fortalecer los emprendimientos y esfuerzos realizados tanto en Uruguay, como en la Argentina para trabajar de forma transdisciplinaria en materia de RAM.

Por lo expresado es que las cinco Academias participantes acuerdan en la necesidad de seguir trabajando de manera conjunta, conscientes de que los antimicrobianos son esenciales para preservar la salud humana y animal, y que su uso inadecuado e imprudente favoreció la emergencia y diseminación de bacterias resistentes, y proponen:

- ❖ Implementar sistemas de formación de recursos humanos a efectos de entrenar actores con capacidad operativa en los sistemas de salud pública, animal y ambiental.
- ❖ Extremar los esfuerzos en el registro preciso de datos e información sobre producción, importación, industrialización y utilización de agentes antimicrobianos y sus destinos específicos.
- ❖ Contribuir a la aplicación de medidas tendientes a lograr que la adquisición de fármacos antimicrobianos destinados tanto a seres humanos como animales sólo sea posible si cuenta con una prescripción emitida por un profesional de la salud.
- ❖ Reducir progresivamente el uso de antibióticos como promotores del crecimiento en producción animal, en ausencia de un análisis de riesgo.

- ❖ Promover estrategias para reducir la necesidad del uso de los antibióticos en animales a través de la mejora en prácticas zootécnicas, de higiene e inmunoterapia.
- ❖ Alentar el fortalecimiento de los emprendimientos en la Argentina y Uruguay en materia de RAM para implementar un sistema de vigilancia integral.
- ❖ Favorecer y estimular el abordaje transdisciplinario para incrementar el conocimiento del estado de situación en ambos países con el fin de realizar evaluaciones de riesgos que permitan dirigir las medidas a adoptar en gestión de riesgos.
- ❖ Consolidar las estrategias de comunicación de riesgos a los distintos estamentos involucrados en RAM.
- ❖ Las Academias Nacionales de Medicina y de Veterinaria de Uruguay, y las Academias Nacionales de Agronomía y Veterinaria, Medicina y Farmacia y Bioquímica de la Argentina exhortan a todos los actores vinculados a la Salud, al medio ambiente y al público en general a asumir la responsabilidad de mitigar la emergencia y diseminación de la RAM a través de un uso racional y prudente de los antimicrobianos, y de la intervención a nivel de los vectores ambientales riesgosos, con el fin de preservar estos recursos terapéuticos esenciales para la humanidad en los años por venir.

COORDINADORES:

Jorge Errecalde

(Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Academia Nacional de Farmacia y Bioquímica, Argentina)

Gerardo Leotta

(CONICET, Red de Seguridad Alimentaria)

Emilio Gimeno

(Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria)

DISERTANTES:

Alejandra Corso

(Instituto Malbrán, Argentina)

Horacio López

(Academia Nacional de Medicina, Argentina)

Sergio Sánchez Bruni

(Universidad Nacional del Centro)

Gabriel Gutkind

(Academia Nacional de Farmacia y Bioquímica, Argentina)

Federico Luna

(SENASA, Argentina)

Luis E. Días

(Academia Nacional de Veterinaria, Uruguay).

Federico Fernández

(DIGESEGA/MGAP, Uruguay)

Augusto Müller

(Academia Nacional de Medicina, Uruguay)

Jorge Errecalde

(Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Academia Nacional de Farmacia y Bioquímica)

Marcelo Signorini

(CONICET, INTA, Argentina)

Fabiola Czubaj

(Periódico La Nación, Argentina)

Patricia Angeleri

(Ministerio de Salud, Argentina)

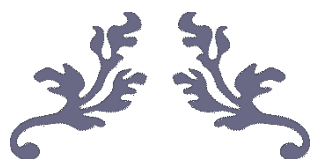
Eduardo Barre

(DIGESEGA/MGAP, Uruguay),

José Piaggio

(Decano, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay)

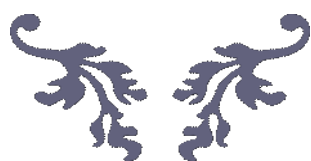
Premios 2017



Premio

“Prof. Dr. Osvaldo A. Eckell”

2017



Premio Prof. Dr. Osvaldo A. Eckell 2017

Palabras del Dr. Héctor Barbenza

HISTORIA DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA DE MEDICINA FELINA

Dr. Héctor Barbenza

Muy buenas tardes estimados colegas, es un grato honor dirigirme a ustedes en nombre de AAMeFe, para dar gracias a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria por este Premio a la Asociación Argentina de Medicina Felina, que en realidad es extensivo a todos los que hicieron posible el crecimiento de nuestra querida AAMeFe.

Es para mí una gran satisfacción, como actual Presidente de AAMeFe, ser a quien le toca recibir este reconocimiento, gracias a todos aquellos colegas que trabajaron a lo largo de estos años para que nuestra Asociación avance a grandes pasos, cimentado a AAMeFe como una de las más competentes Asociaciones de nuestra región.

Quisiera contarles brevemente como se fue gestando esta loca idea de hacer una Asociación de Medicina Felina, por lo que debo nombrar al Dr. Rubén Gatti y a la Dra. Nélide Gómez como sus principales impulsores. En abril de 1998 la idea comienza a tomar forma hasta que el 21 de septiembre del mismo año nace como AAMeFe.

Nélide y Rubén, junto con otros colegas convocados por su afinidad a la medicina felina, entre los cuales tuve la suerte de estar yo, formamos la primera Comisión Directiva y comenzamos a redactar cuales serían los objetivos de la Asociación. La idea principal que surgió en esos primeros encuentros fue tratar de acercarnos a todos aquellos colegas que les interesase particularmente la medicina felina, para así entre todos compartir e intercambiar conocimientos en pos de un avance en los criterios de atención a los gatos, teniendo en cuenta sus peculiaridades de especie y diferenciándolos definitivamente de lo que es la clínica en los caninos.

En aquellos años empezaban a ser más frecuentes los pacientes felinos en la consulta diaria y muchos de nosotros sentíamos un déficit en nuestra formación, y que no contábamos con las mismas herramientas para atender a los gatos como las que sí teníamos en la atención de los perros. Además, hay que tener en cuenta que eran tiempos donde recién se estaba desarrollando internet, no había un acceso tan fácil a la

información y los colegas estábamos más aislados, cada uno atendiendo en su consultorio con poca interacción entre nosotros.

No fue un camino fácil el que hubo que recorrer hasta llegar a buen puerto. La Asociación comenzó como un Capítulo de la Sociedad de Medicina Veterinaria y, con el apoyo del Consejo Profesional de Médicos Veterinarios, se realizó el primer Curso de Medicina Felina en los salones de la SOMEVE con importante concurrencia, colmando las instalaciones.

Siguiendo las palabras del rey Salomón en su libro de los proverbios “*la mejor victoria es aquella en la que ganan todos*”, así fue como AAMeFe adquiere su Personería Jurídica el 28 de septiembre de 2000 y comienza la actividad intensiva según los siguientes objetivos:

- Promover el estudio y el avance científico y tecnológico de la ciencia relacionada con la Medicina Felina.
- Promover la vinculación y cooperación de sus integrantes, aunando así esfuerzos para el crecimiento intelectual y académico de la Asociación y de sus integrantes.
- Promover las discusiones científicas y la publicación de los trabajos afines a la Asociación.
- Fomentar y promover vínculos intelectuales y culturales con Sociedades y/o personas afines dentro y fuera del país.
- Organizar eventos científicos de Posgrado en la especialidad para la actualización y el perfeccionamiento de los miembros de la Asociación con la participación de profesionales nacionales y/o extranjeros.
- Sintetizar pautas y conductas diagnósticas y terapéuticas para el esclarecimiento de las enfermedades felinas de diagnóstico y tratamiento complejos.
- Conformar un equipo de consultas sobre Medicina Felina para médicos veterinarios clínicos de todo el país.
- Efectuar la transferencia de la información a los colegas por medio de diversas comunicaciones científicas propias y de terceros.
- Propender a la educación sanitaria de la población general con relación a las enfermedades de los felinos de posible transmisión a los humanos y las propias de los mismos.
- Estimular la creación de la especialización en medicina felina y en subespecialidades dentro de la misma, sobre la base de la capacitación profesional específica.

- Estimular en la población la tenencia responsable de gatos.

La primera acción de AAMeFe fue sumarnos a esa maravillosa herramienta que aparentaba ser internet y abrir una página web para así poder contactarnos fácilmente con los colegas del interior del país y de países hispanoparlantes.

De ahí en más las actividades se fueron sumando, como ser:

- La realización de Ateneos mensuales, siempre dictados por reconocidos referentes sobre diversos temas, que inicialmente comenzaron en la Sociedad de Medicina Veterinaria y luego continuaron, hasta el día de hoy, en las instalaciones del CEMV gracias al apoyo de su Director, el Dr. Daniel De Simone.
- La publicación de un Anuario impreso con la recopilación de artículos de distintos temas de medicina felina, escritos por prestigiosos autores nacionales y extranjeros, que ya se convirtió en una clásica publicación anual con muy buena aceptación por la variedad y calidad de los temas tratados.
- La realización de Jornadas Internacionales bianuales para el tratamiento más intensivo de diversas temáticas con disertantes invitados extranjeros.
- La conformación de un Foro de discusión de casos clínicos por correo electrónico para el intercambio de casos interesantes o difíciles entre colegas.

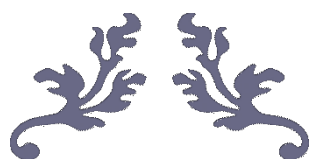
Las mismas actividades fueron dando origen a otras actividades, por ejemplo las distintas opiniones vertidas en el Foro sobre una enfermedad tan importante y también polémica como la Peritonitis Infecciosa Felina dieron origen al Primer Ateneo Interdisciplinario y mesa redonda sobre PIF el sábado 8 de noviembre de 2014, comenzando así un nuevo ciclo de encuentros nacionales bianuales intercalados con los Internacionales. Así fue como el año pasado organizamos las Jornadas de Hipertensión en felinos y en noviembre próximo tendremos las Décimas Jornadas Internacionales sobre Enfermedades Emergentes y Zoonóticas.

Todas estas actividades no serían posibles sin el aporte de la Cuota Anual de los socios activos y el apoyo económico de las distintas empresas del rubro veterinario que creen en apoyar la capacitación y actualización de los colegas.

En estos 19 años son muchos y variados los momentos compartidos, momentos estresantes como la preparación de las Jornadas, momentos de mucho disfrute como el éxito de cada Ateneo, en los que los concurrentes no paran de aumentar año a año, momentos de mucho trabajo como la corrección y edición de los Anuarios, otros de mucho estudio al finalizar las actividades y rever el material tratado en cada una.

Lo que caracteriza y sigue caracterizando a esta Asociación y, creemos es la clave de su éxito, es el compañerismo, la ausencia de mezquindad, la renovación y la incorporación de las nuevas generaciones como socios y también como miembros de la Comisión Directiva, el compartir sin falsedades ni ocultos intereses todo lo relacionado a lo que constituye una de nuestras pasiones en esta hermosa profesión que ejercemos, que es la Medicina Felina.

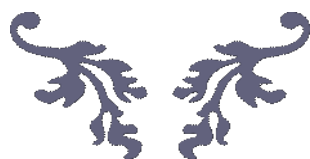
Muchas gracias.



Premio

“Fundación Equina Argentina”

2017



Premio Fundación Equina Argentina 2017

Artículo de Revisión de la Dra. María Edith Barrandeguy

El 14 de septiembre del 2017, la Dra. María Edith Barrandeguy recibió el Premio Fundación Equina Argentina, que tiene por objeto el reconocimiento de quienes hayan aportado su contribución a la investigación sobre el caballo de sangre pura de carrera en sus distintos aspectos y la difusión de la actividad hípica. La Dra. Barrandeguy se ha hecho merecedora de tal distinción por su desempeño a lo largo de su vasta trayectoria en enfermedades de los caballos y, con motivo del otorgamiento del citado premio, le ha cedido a la ANAV el siguiente artículo de revisión para que sea incorporado en sus Anales, como un aporte más a la difusión de la investigación sobre el tema.

Enfermedades virales y bacterianas del equino

Barrandeguy, M. E. ^{(1, 3)*} y Carossino, M. ^(2, 3)

(1) Instituto de Virología, CICVyA, INTA, Hurlingham, Buenos Aires, Argentina

(2) Louisiana Animal Disease Diagnostic Laboratory and Department of Pathobiological Sciences, School of Veterinary Medicine, Louisiana State University, Baton Rouge, LA, USA

(3) Escuela de Veterinaria, Universidad del Salvador. Champagnat 1599, Ruta Panamericana km54.5 (B1630AHU), Pilar, Buenos Aires, Argentina

*Autor encargado de la correspondencia: barrandeguy.maria@inta.gob.ar, maria.barrandeguy@usal.edu.ar

Resumen

Los equinos, son susceptibles a un amplio rango de enfermedades infecciosas de etiología viral, bacteriana y fúngica, algunas de ellas de rápida transmisión y curso agudo como la Influenza equina o la infección por herpesvirus equino tipo 1, mientras que otras poseen un curso insidioso/crónico, tales como la anemia infecciosa equina o el muermo. Es importante destacar que a los miembros de la familia Equidae, caballos, asnales y cebras se los encuentra en muy diversos ambientes, condiciones de manejo, actividades deportivas y de trabajo, etc. Cada una de estas subpoblaciones de animales, constituyen una “población cerrada”, un “compartimiento” en términos epidemiológicos, en la que ciertas enfermedades infecciosas pueden estar ausentes (enfermedades exóticas) o controladas (Ej.: anemia infecciosa equina). En ese mismo contexto, los animales de razas

deportivas (Sangre pura de carrera, polo, endurance, etc.) se desplazan largas distancias (vía aérea) con fines reproductivos y de competencia, por lo que los requerimientos sanitarios y las medidas de prevención en la importación y exportación de caballos son muy importantes para las autoridades sanitarias y para la industria equina en general. Por último, pero no por ello menos importante, algunas enfermedades infecciosas equinas son zoonóticas (Encefalitis equina venezolana, infección por Hendra virus, muermo, etc.) por lo que adquieren una relevancia particular.

Teniendo en cuenta lo que previamente mencionáramos y poniendo énfasis en que los caballos de razas deportivas son verdaderos atletas de alta competencia, esto implica que tienen alto valor individual. En ellos la reproducción no está asociada a la aptitud reproductiva como en otras especies de interés pecuario sino a la genética evaluada en términos de "performance" deportiva y, por ejemplo, en la raza Sangre Pura de Carrera, la inseminación artificial y otras tecnologías reproductivas no están permitidas, describiremos una serie de infecciones/enfermedades virales y bacterianas que afectan negativamente esta actividad.

Enfermedades virales

Influenza equina

La influenza equina (IE) es una enfermedad viral respiratoria aguda, endémica en casi todo el mundo, que ocasiona pérdidas económicas muy significativas debido a que, por su alta transmisibilidad se ven afectados gran número de caballos simultáneamente con la consecuente necesidad de restringir y muchas veces cancelar eventos ecuestres (carreras y otros eventos deportivos y de alta competencia, ventas, exportaciones, etc.). Recientemente, la IE fue incluida junto con otras 5 enfermedades infecciosas en un protocolo armonizado ("High Health High Performance horse –HHP-") para garantizar la sanidad de los caballos de alta competencia durante su movimiento internacional, este documento fue desarrollado por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) en conjunto con la FEI y la Federación Internacional de Autoridades del Turf (IFHA) (World Organisation for Animal Health (OIE), 2016a).

El virus de la influenza equina (VIE) (Cullinane y Newton, 2013; van Maanen y Cullinane, 2002; Landolt y col., 2014; Landolt, 2014) es envuelto, con un genoma de 8 segmentos de ARN de simple cadena y polaridad negativa, de elevada tasa mutagénica (salto inter-especie) (Cullinane y Newton, 2013; van Maanen y Cullinane, 2002; Landolt

y col., 2014; Landolt, 2014; Webster, 1998; Ito y Kawaoka, 2000). La hemaglutinina (HA) y la neuraminidasa (NA), glicoproteínas de la envoltura (superficie) viral, contienen los determinantes antigénicos críticos inductores de la inmunidad mediada por anticuerpos. (Webster, 1998; Ito y Kawaoka, 2000; Horimoto y Kawaoka, 2001). Actualmente, los VIE que provocan enfermedad en los equinos en todo el mundo pertenecen al subtipo 2 (H3N8) y a dos linajes distinguibles antigénica y genéticamente, linaje Americano sublinaje Florida clado 1 (cepas prototipo A/eq/South Africa/04/2003 o A/eq/Ohio/2003) y Florida clado 2 (cepa prototipo A/eq/Richmond/1/2007).

La transmisión es por vía respiratoria mediante secreciones nasales (microgotas aerosolizadas por los accesos de tos) de caballos infectados, y la infección se expande muy rápidamente en poblaciones de caballos susceptibles.

La ocurrencia de brotes de IE está claramente asociada a la congregación y contacto estrecho entre animales susceptibles, y la transmisión también es posible por fomites y contaminación de objetos inanimados. El período de incubación es corto (aproximadamente 48 horas) y si bien la enfermedad presenta alta morbilidad (60-90%), la letalidad es muy baja (<1%) y frecuentemente asociada a neumonía debida a la infección bacteriana secundaria.

Los signos clínicos se caracterizan por fiebre, anorexia, tos seca, descarga nasal serosa o mucosa que puede tornarse purulenta tras la infección bacteriana secundaria, linfadenopatía de linfonódulos retrofaríngeos (raro), y pérdida de estado general. Los mismos se resuelven en un lapso de 7 a 14 días post-infección, aunque la tos puede persistir por hasta 21 días post-infección.

El diagnóstico clínico presuntivo se confirma mediante análisis de laboratorio, que actualmente consisten en RT-qPCR o detección rápida de proteínas virales por inmunocromatografía. El aislamiento viral, la caracterización genómica y antigénica son estudios también necesarios para analizar la evolución viral, con potenciales cambios en las proteínas del mismo.

La obtención de las muestras para diagnóstico se realiza mediante hisopados nasofaríngeos que se colocan en medio de transporte viral (con antibióticos) provisto por el laboratorio.

A los animales afectados se les proporciona tratamiento sintomático de sostén, que incluye el reposo (1 semana por cada día de hipertermia), la administración de antiinflamatorios no esteroideos y antibióticos de acuerdo a la situación clínica de cada animal.

En países donde la infección es endémica, las consecuencias económicas de la IE pueden minimizarse mediante la vacunación sistemática (Cullinane y Newton, 2013; Landolt y col., 2014; Landolt, 2014); en Argentina la vacunación contra IE es obligatoria (Resolución del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria [SENASA] N° 521/16) en todos los equinos que permanezcan o se movilicen hacia un remate, exposición, establecimientos tales como hipódromos, clubes hípicos, studs, caballerizas, etc., o sitios donde se concentren équidos (competencias). En todos los demás casos, la vacunación es facultativa. La vigencia de la misma puede ser de 3, 6 o más meses dependiendo de la formulación vacunal, esto es determinado por SENASA y se encuentra especificado en el inserto del producto comercial. En base a la vigilancia y monitoreo continuo de la circulación de VIE en la población equina realizada por diferentes laboratorios del mundo y analizada anualmente por el Panel de Expertos en Influenza Equina de la OIE, la recomendación actual determina que deberían incluirse en las vacunas cepas del linaje Americano sublinaje Florida clado 1 (cepas prototipo A/eq/South Africa/04/2003 o A/eq/Ohio/2003) y clado 2 (cepa prototipo A/eq/Richmond/1/2007) (World Organisation for Animal Health (OIE), 2016b; World Organisation for Animal Health (OIE), 2016c).

Con respecto a los planes de vacunación, estos dependen del tipo de vacuna. Para las vacunas a virus inactivado, se recomienda la administración de 3 dosis iniciales, con un intervalo de 3-4 semanas entre la primera y segunda, y de 3-4 meses entre la segunda y la tercera dosis, respectivamente.

En yeguas gestantes conviene vacunar 2 a 6 semanas previas al parto para garantizar una correcta inmunidad calostrual (Landolt y col., 2014).

Arteritis viral equina

La arteritis viral equina (AVE) es una enfermedad respiratoria y reproductiva, de distribución mundial, que afecta exclusivamente a miembros de la familia *Equidae* (caballos, asnos, mulas, y cebras). Es producida por la infección con el virus de la arteritis viral equina (vAVE), un virus envuelto, con un genoma de ARN de simple cadena y polaridad positiva perteneciente a la familia *Arteriviridae*, género *Equartevirus*.

La infección por el vAVE posee un alto impacto económico asociado a la enfermedad respiratoria, abortos, mortalidad neonatal, y al establecimiento de la infección persistente

en el tracto reproductivo de padrillos quienes actúan como reservorio (portadores), excretando el virus en semen por períodos variables de tiempo (semanas a años post-infección, o inclusive durante toda la vida). El virus es transmitido por vía aerógena y venérea (a partir de semen fresco o criopreservado proveniente de padrillos cursando el período agudo de la infección o padrillos portadores).

Se ha descrito la posibilidad de transmisión del vAVE a través de la transferencia embrionaria (Broaddus y col., 2011a), verticalmente al feto, o lateralmente (fomites y materiales contaminados) (Balasuriya y MacLachlan, 2013; Balasuriya, 2014; Timoney y McCollum, 1993; Guthrie y col., 2003). La excreción viral por vía respiratoria se inicia aproximadamente 48 horas post-infección, y puede extenderse por 7 a 14 días. La excreción viral en semen, sin embargo, se inicia aproximadamente 5 días post-infección y su duración es variable como se indicó previamente. La ocurrencia de brotes de AVE ha sido reportada en diversos países incluyendo la Unión Europea, Estados Unidos, Canadá y la Argentina. Los brotes de la enfermedad se encuentran asociados al uso de padrillos portadores o semen infectado durante el servicio natural o la inseminación artificial y la expansión de estos brotes se ve facilitada por la transmisión respiratoria a partir del caso índice. La seroprevalencia varía entre países, pero también en caballos de diferentes razas (por ejemplo, se observa una mayor seroprevalencia en caballos de razas conocidas como “Warmblood” que en caballos SPC).

La presentación clínica es variable. Si bien la mayoría de los caballos infectados no desarrollan signos clínicos (infección subclínica), en algunos casos, luego de un período de incubación de 2 a 14 días (6-8 días luego de la exposición venérea), se observa fiebre, anorexia, conjuntivitis, descarga nasal serosa, leucopenia, edema supraorbital y periorbital, edema de miembros, prepucio/escroto o glándula mamaria y urticaria. La infección de yeguas preñadas entre los 3 y 10 meses de gestación puede ocasionar abortos, los cuales ocurren sin signos premonitorios, presentan una tasa de ataque de hasta 70% y están asociados a la expulsión de fetos frescos o parcialmente autolíticos. La infección congénita ocurre tras la infección de yeguas a término, y los potrillos nacidos son generalmente débiles y desarrollan neumonía intersticial o síndrome neuromoentérico, fatal en ambos casos. Los padrillos infectados son transitoriamente subfértiles durante la etapa aguda, y la subfertilidad se encuentra asociada al síndrome febril, reducción de la libido como así también de la motilidad, concentración y número de espermatozoides con morfología normal. Sin embargo, los padrillos recuperan sus índices reproductivos a valores normales a pesar de permanecer como portadores subclínicos del vAVE.

Debido a que la presentación clínica no presenta signos patognomónicos, el diagnóstico de laboratorio es esencial para confirmar la ocurrencia de AVE. Actualmente, el diagnóstico se basa en las técnicas de aislamiento viral, la detección del ácido nucleico viral mediante PCR y métodos serológicos (seroneutralización) que posibilitan identificar la presencia de anticuerpos específicos contra el vAVE post-infección. Las muestras apropiadas para aislamiento viral o detección de ácidos nucleicos incluyen hisopados nasofaríngeos, sangre entera con anticoagulante (EDTA o citrato, siendo el uso de heparina no recomendado), tejidos fetales (pulmón, timo, bazo, hígado u otros tejidos linfoides) o placenta obtenida de casos de aborto, y semen (fracción del eyaculado rica en espermatozoides). Como para otras enfermedades infecciosas, el diagnóstico serológico constituye un método indirecto para la identificación de animales infectados, los cuales presentarán un incremento en el título de anticuerpos específicos en muestras pareadas de suero obtenidas tras una diferencia de 21-28 días. Es importante destacar que el diagnóstico de padrillos portadores consiste en la demostración inicial de anticuerpos neutralizantes en el suero y posteriormente la detección del vAVE en muestras de semen (World Organisation for Animal Health (OIE), 2016d; (OIE), 2015; United States Department of Agriculture - Animal and Plant Health Inspection Service (USDA-APHIS), 2004; Timoney y col., 1987).

El tratamiento es básicamente sintomático, e incluye el reposo junto con el uso de antiinflamatorios no esteroideos y diuréticos para el control del síndrome febril y el edema. Hasta el momento, no existe una terapia antiviral efectiva para el tratamiento de la infección por el vAVE o la eliminación del estado de portador en padrillos, siendo la castración el único método que asegura la eliminación del estado de portador en padrillos. Las estrategias de control y prevención de la AVE están dirigidas a la implementación de prácticas de manejo orientadas a reducir la diseminación del vAVE mediante el monitoreo e identificación de padrillos portadores, la cuarentena de nuevos ingresos, la segregación de yeguas gestantes y potrillos de otros caballos, la aplicación de estrictas medidas de bioseguridad, y la vacunación en algunos países ((OIE), 2015; United States Department of Agriculture - Animal and Plant Health Inspection Service (USDA-APHIS), 2004; National Animal Health Monitoring System (NAHMS), 2000). Existen 2 vacunas disponibles comercialmente para el control y la prevención de la AVE, una viva atenuada y otra inactivada (World Organisation for Animal Health (OIE), 2016d; Balasuriya y col., 2014; McCollum, 1969a; Harry y McCollum, 1981; Timoney y col., 1988; McCollum, 1986; McCollum y col., 1988; Doll y col., 1968; McCollum, 1969b; Balasuriya y

MacLachlan, 2004; MacLachlan y col., 2007). La vacuna viva atenuada se utiliza en Estados Unidos (desde 1985) y Canadá, su uso ha sido aprobado para yeguas no gestantes, padrillos y caballos de competición; es segura y eficaz, induciendo inmunidad protectora en los equinos vacunados (McCollum, 1969a; Harry y McCollum, 1981; McCollum, 1986; McCollum, 1969b). La vacuna, administrada por vía intramuscular, induce el desarrollo de anticuerpos neutralizantes entre los 5 y 8 días, alcanzando los niveles máximos entre 7 y 14 días post-vacunación (McCollum, 1969a; Harry y McCollum, 1981; McCollum, 1986; McCollum y col., 1988; Doll y col., 1968; McCollum, 1969b; Summers-Lawyer y col., 2011; Zhang y col., 2008). Estos anticuerpos persisten por largos períodos de tiempo, en algunos casos toda la vida del animal. Es importante destacar que la extensiva utilización de esta vacuna, más de 30 años, ha permitido el control de brotes de AVE proporcionando protección eficaz contra la enfermedad clínica, el aborto, y el establecimiento del estado de portador en padrillos. La vacunación de padrillos persistentemente infectados (naturalmente) no induce la eliminación del estado de portador (Balasuriya y col., 2016).

Las recomendaciones para la vacunación de equinos contra el vAVE varían extensamente entre países, sobre todo porque la prevalencia de la infección es muy diferente en las distintas poblaciones equinas y el riesgo de exposición es también muy variable. En Estados Unidos su uso está recomendado de acuerdo a una normativa del Departamento de Agricultura (USDA, Equine viral arteritis: Uniform Methods and Rules) y de la Asociación Americana de Veterinarios especialistas en equinos (American Association of Equine Practitioners [AAEP]), e involucra a 3 categorías de animales (United States Department of Agriculture - Animal and Plant Health Inspection Service (USDA-APHIS), 2004):

a) Vacunación en padrillos

Se recomienda la vacunación de los padrillos seronegativos al menos 28 días previos al inicio de la temporada reproductiva, con revacunación anual. Luego de la primovacuna, los animales deben ser mantenidos en aislamiento por 28 días, período durante el cual los mismos no deben ser utilizados para el servicio natural o la inseminación artificial, o estar en contacto directo con otros caballos debido al potencial riesgo de excreción viral. Dicho aislamiento no resulta necesario en vacunaciones subsiguientes.

b) Vacunación en yeguas que serán servidas por un padrillo portador o inseminadas con semen infectado

En Estados Unidos, se permite la utilización de padrillos portadores con fines reproductivos o la utilización de semen infectado únicamente en yeguas seropositivas ya sea como resultado de la infección natural o de la vacunación (United States Department of Agriculture - Animal and Plant Health Inspection Service (USDA-APHIS), 2004; McCollum y col., 1988). El título de anticuerpos neutralizantes de la yegua dentro de los 30 días previos al servicio debe ser $\geq 1:64$. Luego del servicio natural o inseminación artificial con un padrillo portador, estas yeguas deben mantenerse en aislamiento por un período adicional de 3 semanas (McCollum, 1986; McCollum y col., 1988; Balasuriya y col., 2016).

c) Otras consideraciones respecto de la vacunación contra vAVE

La vacunación, utilizando la vacuna a virus vivo atenuado, no está indicada en yeguas preñadas, especialmente durante los 2 últimos meses de la gestación (Broaddus y col., 2011b), ni en potrillos menores a 6 semanas de vida. Para prevenir la infección y el potencial establecimiento del estado de portador en padrillos, se recomienda vacunar a los potrillos a partir de los 6 meses de edad y antes de la pubertad (madurez sexual), esta práctica es habitual en Estados Unidos y es obligatoria para padrillos SPC en los estados de Kentucky y Nueva York (Balasuriya, 2014; Timoney y col., 1996).

La vacuna viva atenuada no se encuentra disponible comercialmente en países europeos y Japón, siendo la versión inactivada utilizada en su reemplazo. Si bien la vacuna inactivada es utilizada de modo similar a la atenuada, se requiere de una segunda dosis luego de 3 a 4 semanas post-primovacunación, y revacunaciones bianuales para mantener niveles de anticuerpos protectores debido a su baja inmunogenicidad (Balasuriya, 2014; World Organisation for Animal Health (OIE), 2016d; MacLachlan y col., 2007). La eficacia de la misma en la prevención de la AVE y del desarrollo del estado de portador ha sido escasamente documentada.

En la Argentina, la vacunación de padrillos fue autorizada bajo supervisión de la autoridad sanitaria (SENASA) en ocasión de la emergencia sanitaria ocasionada por la reintroducción del vAVE en el año 2010 (Olguin Perglione y col., 2010). Se vacunaron un total de 315 padrillos con la vacuna a virus vivo atenuado, estos se encuentran registrados en una base de datos del SENASA. En el año 2011 se autorizó nuevamente la vacunación pero utilizando la vacuna a virus inactivado, donde se vacunaron 15 padrillos también bajo la supervisión de la autoridad sanitaria. Posteriormente, la vacunación fue discontinuada.

Herpesvirus equino 1 y 4

Las infecciones causadas por herpesvirus equinos (HVE) afectan a todos los miembros de la familia *Equidae* y están ampliamente distribuidos en la población equina mundial. La infección por herpesvirus equino 1 (HVE-1) puede producir enfermedad respiratoria, abortos, síndrome neonatal, y mieloencefalopatía. Esta infección es de gran impacto económico, principalmente tras la ocurrencia de abortos epizooticos y, en los últimos años, la reemergencia del cuadro clínico de mieloencefalopatía particularmente en Norteamérica y Europa, con consecuente interrupción en el movimiento de animales y cancelación de eventos ecuestres (Brosnahan y Osterrieder, 2009; Pusterla y col., 2009; Wilson y Pusterla, 2010; Allen y col., 2004; Patel y Heldens, 2005; Slater, 2014). La infección por herpesvirus equino 4 (HVE-4) se manifiesta como una enfermedad respiratoria aguda, en general sin consecuencias graves, particularmente en potrillos y equinos jóvenes, y ha sido excepcionalmente asociada a abortos en yeguas preñadas (Allen y col., 2004; Slater, 2014).

HVE-1 y HVE-4 son virus estrechamente vinculados, pertenecientes a la familia *Herpesviridae*, subfamilia *Alphaherpesvirinae*. Son virus envueltos y poseen un genoma a ADN de doble cadena lineal. Una importante característica de los herpesvirus es que inducen latencia en ganglios nerviosos (principalmente en el ganglio trigémino) y linfáticos, manteniendo una muy baja tasa replicativa, con periodos de reactivación asociados a excreción viral a través del tracto respiratorio (Brosnahan y Osterrieder, 2009; Allen y col., 2004; Slater, 2014). Los caballos latentemente infectados constituyen el principal reservorio y juegan un rol fundamental en el proceso de transmisión asegurando el mantenimiento del virus en la población equina. Se estima que un 80% de la población de caballos se encuentra latentemente infectada (Ma y col., 2013; Pusterla y Hussey, 2014; G.P y col., 2004). La primoinfección ocurre muy temprano en la vida del animal, generalmente al momento del destete por la reducción en el nivel de anticuerpos calostrales pero también puede ocurrir en las primeras semanas de vida independientemente de la vacunación o eficiente transferencia de anticuerpos calostrales (Pusterla y Hussey, 2014; G.P y col., 2004; Gilkerson y col., 1999). La transmisión ocurre principalmente por vía respiratoria a través del contacto directo o indirecto (a partir de material de aborto, fomites y objetos contaminados incluyendo el personal). La excreción viral a través de las secreciones nasales puede iniciarse tan temprano como el primer día post-infección, y extenderse por 1 a 3 semanas (Pusterla y Hussey, 2014; G.P y col., 2004; Pusterla y col., 2010). La reactivación y re-excreción viral a través de la vía respiratoria

en general ocurre de modo subclínico y de forma periódica, y asociado a factores de estrés tales como transporte, destete, relocalización, entre otros.

El período de incubación es corto, de 1 a 3 días, y los signos clínicos respiratorios se caracterizan por fiebre, depresión, anorexia, descarga nasal y ocular serosa, conjuntivitis, raramente linfadenopatía de linfonódulos mandibulares y retrofaríngeos y tos. La descarga nasal serosa puede tornarse mucosa o mucopurulenta en casos de infección bacteriana secundaria. La ocurrencia de “tormentas de abortos”, 2 o más abortos en un corto período de tiempo en un mismo grupo de yeguas preñadas, es una característica frecuentemente observada en la infección por HVE-1, generalmente ocurre durante el último tercio de la gestación, sin signos premonitorios. Si bien la infección induce una fuerte respuesta inmune protectora, la misma es de muy corta duración (3-6 meses). La exposición al virus durante la gestación temprana provee adecuada protección frente al aborto en la gestación tardía, y, en general, el aborto no se produce en aquellas hembras que previamente abortaron tras la infección por HVE-1 (Slater, 2014). Los potrillos neonatos infectados *in útero* o inmediatamente luego del parto, desarrollan neumonía intersticial fatal. Si bien, la ocurrencia de abortos y enfermedad respiratoria se encuentra asociada a todas las cepas de HVE-1, la capacidad de generar brotes de mieloencefalopatía está relacionada con las cepas conocidas como neuropatogénicas (Allen y col., 2008; Nugent y col., 2006). En estas cepas, la existencia de una única mutación puntual por sustitución de bases (polimorfismo de nucleótido simple; adenina por guanina [A→G]) en la posición 2254 del gen que codifica para la ADN polimerasa viral (ORF30) y que ocasiona un cambio de aminoácido en la posición 752 (asparagina por ácido aspártico [N→D]) está altamente vinculada con el fenotipo viral neuropatogénico y a la ocurrencia de mieloencefalopatía (Nugent y col., 2006; Goodman y col., 2007). La mieloencefalopatía herpética es de presentación esporádica en todo el mundo y, en general, ocurre asociada a brotes de abortos o enfermedad respiratoria. Pueden ocurrir casos individuales, y también brotes, con una morbilidad variable desde menos del 1% hasta el 90% de los caballos expuestos. La letalidad varía entre un 0,5% y un 40%. (Pusterla y col., 2009; Wilson y Pusterla, 2010; G.P y col., 2004). El desarrollo de enfermedad neurológica se da tanto en animales vacunados como no vacunados, y no tiene relación con la edad, raza o sexo (G.P y col., 2004). El desarrollo de signos neurológicos ocurre entre 6 y 10 días post-infección, asociados a un segundo pico febril, donde la fiebre puede ser el único signo clínico. Los signos clínicos dependen de la extensión y localización de las lesiones en el sistema nervioso central (SNC), y alcanzan

su intensidad máxima entre el segundo y tercer día del inicio de los mismos (Brosnahan y Osterrieder, 2009; Pusterla y col., 2009; Wilson y Pusterla, 2010; Pusterla y Hussey, 2014; G.P y col., 2004; Goehring, 2008; Slater, 2007). La mieloencefalopatía por HVE-1 afecta principalmente la médula espinal, provocando un síndrome medular a nivel lumbar y plexo sacro asociado a la ocurrencia de vasculitis y trombosis de vasos sanguíneos medulares, pero también se han descrito brotes con desarrollo de enfermedad cortical, vestibular o del tronco encefálico. Los signos clínicos son variables pero típicamente se observa paresia de diverso grado (debilidad del tren posterior), ataxia, hasta paraplejía o tetraplejía. También es frecuente la incontinencia urinaria por afección del tracto neural entre el centro de la micción y el esfínter uretral y "déficit" sensorial en el área perineal (Brosnahan y Osterrieder, 2009; Pusterla y col., 2009; Wilson y Pusterla, 2010; Pusterla y Hussey, 2014; G.P y col., 2004; Goehring, 2008; Slater, 2007).

Una vez más, el diagnóstico de laboratorio es crítico para la confirmación de casos clínicos asociados a la infección por HVE-1 o HVE-4. Para el diagnóstico de casos de enfermedad respiratoria, la remisión de hisopados nasofaríngeos tempranamente en el curso de la enfermedad posibilitan la detección de HVE-1 o HVE-4 mediante aislamiento viral o detección del genoma viral por PCR. En casos de abortos, la remisión de tejidos y membranas fetales frescas (refrigeradas) resulta muy apropiada para el diagnóstico. Por otro lado, la remisión de muestras pareadas de suero (con 7-21 días de intervalo) posibilita la detección de un incremento en el título de anticuerpos específicos mediante seroneutralización. El diagnóstico de la mieloencefalopatía herpética es el que ofrece las mayores dificultades y, muchas veces, la toma de muestras en el momento inapropiado lleva a la imposibilidad de alcanzar el diagnóstico confirmatorio. Las muestras de elección para la detección de HVE-1 incluyen hisopados nasofaríngeos, sangre entera con anticoagulante (EDTA), y suero (detección indirecta de infección). La obtención de las muestras debe realizarse lo más temprano posible durante el curso de la infección. El aislamiento del virus o la detección del genoma viral mediante PCR de animales que presentan los signos clínicos neurológicos es poco probable debido a que el pico de multiplicación y excreción viral ocurren antes de la manifestación de la enfermedad, por lo que se recomienda obtener al mismo tiempo muestras (hisopados nasofaríngeos y sangre entera con anticoagulante) de animales convivientes o de aquellos con signos de enfermedad respiratoria o febriles (con viremia en curso) para aumentar la probabilidad de éxito en el diagnóstico (Balasuriya y col., 2015). Si bien el análisis del líquido cefalorraquídeo (LCR) puede aportar datos que contribuyen al diagnóstico,

específicamente la presencia de anticuerpos en el mismo, ésta es una muestra difícil de recolectar en condiciones de campo (Brosnahan y Osterrieder, 2009; Pusterla y col., 2009; Wilson y Pusterla, 2010; G.P y col., 2004; Goehring, 2008; Slater, 2007). La evaluación serológica que demuestre un incremento en el título de IgM o inmunoglobulinas totales mediante fijación de complemento o seroneutralización respectivamente en muestras pareadas de suero tomadas durante el período agudo y convaleciente (con 7 a 21 días de diferencia) sugiere una infección viral en curso. La infección induce una fuerte respuesta inmune humoral, caracterizada inicialmente por IgM detectable a los 4 o 5 días, que alcanza un pico máximo entre los 20 y 30 días y desaparece a los 2-3 meses post-infección, seguida por una respuesta tardía mediada por IgG. Se recomienda realizar el análisis serológico a los animales convivientes para evaluar la seroconversión lo que proveería una evidencia indirecta de infección por HVE-1 (Brosnahan y Osterrieder, 2009; Pusterla y col., 2009; Wilson y Pusterla, 2010; G.P y col., 2004; Goehring, 2008; Slater, 2007). La presencia de lesiones macroscópicas e histopatológicas características de vasculitis y trombosis permiten establecer el diagnóstico presuntivo *post-mortem*; la confirmación puede realizarse mediante inmunohistoquímica, revelando la infección viral en células endoteliales.

El tratamiento de la enfermedad respiratoria y neurológica es sintomático, en los casos de mieloencefalopatía, la respuesta al tratamiento dependerá de la severidad alcanzada. El tratamiento médico consiste en la administración de antiinflamatorios esteroideos, generalmente dexametasona por vía intramuscular o endovenosa, o prednisolona por vía oral por un período de 3 días (especialmente en casos severos) y no esteroideos (meglumine de flunixin cada 12 h por 5-10 días, por ejemplo). Estos tratamientos pueden ser acompañados del uso de dimetil sulfóxido (DMSO) diario durante 3 días como agente aceptor de radicales libres. Diversas drogas son utilizadas de modo empírico debido a su acción anti-trombótica, incluyendo la pentoxifilina, el ácido acetilsalicílico, y las heparinas (Pusterla y Hussey, 2014). Se recomienda que aquellos animales que presentan debilidad del tren posterior, pero no se encuentran en decúbito permanente, sean estimulados a permanecer en pie y mantenidos sobre una pastura para evitar lesiones traumáticas, en caso de caídas, con disposición de comederos y bebederos elevados. Aquellos severamente afectados, en decúbito, deben mantenerse en posición esternal y ser rotados cada 2 a 4 h para evitar mionecrosis, úlceras asociadas al decúbito, y neumonía. Es recomendable el uso de arneses para el sostén de estos animales (en los casos en que se encuentre disponible), especialmente en aquellos moderadamente

afectados que no pueden incorporarse por sí solos pero pueden mantenerse en pie con poca ayuda. Si bien, en general, los caballos afectados mantienen buen apetito se recomienda la administración de laxantes (ej. vaselina líquida) para prevenir la impactación de materia fecal. Si el caballo no puede orinar por alteración de las vías de micción, debe evacuarse la orina manualmente o mediante sondaje uretral. En estos casos, la terapia debe acompañarse por antimicrobianos (ceftiofur o trimetoprim-sulfametoxazol) para evitar la cistitis.

Actualmente existen diversas vacunas vivas atenuadas e inactivadas que contribuyen al control y prevención de los cuadros clínicos asociados a la infección por HVE-1 y HVE-4. Sin embargo, ninguna de ellas posee la capacidad de estimular eficazmente todos los componentes de la respuesta inmune necesarios (humoral, celular y de mucosas) para lograr una completa y prolongada protección frente a la infección (Slater, 2014; Kydd y col., 2006; Minke y col., 2004). La vacunación disminuye la incidencia de la enfermedad respiratoria y de abortos, reduce también la duración y los niveles de excreción viral pero no previene la infección, la viremia, el establecimiento de latencia, o el desarrollo de mieloencefalopatía (Brosnahan y Osterrieder, 2009; Slater, 2014; Ma y col., 2013; Kydd y col., 2006; Minke y col., 2004; Heldens y col., 2001). Aún con esa limitación, las estrategias de control y prevención de brotes de abortos y mieloencefalopatía herpética incluyen la vacunación sistemática de todos los animales, acompañada de medidas de manejo orientadas a reducir condiciones estresantes.

La vacunación sistemática contra HVE-1, sobre todo en yeguas gestantes, constituye una práctica de uso muy difundido, implementada hace unos 40 años que ha disminuido notoriamente la incidencia de abortos por HVE-1 en todo el mundo (Slater, 2014; Ostlund, 1993). Si bien existe una respuesta inmune cruzada entre HVE-1 y HVE-4, es necesaria la inmunización con ambos virus para maximizar la respuesta inmune, por lo que ciertas vacunas incluyen ambos agentes en sus formulaciones (Fitzpatrick y Studdert, 1984). Las vacunas contra HVE-1 y HVE-4 están incluidas también en el calendario de vacunación de la "American Association of Equine Practitioners" (AAEP), documento de referencia en todo el mundo. El plan de vacunación incluye equinos <5 años de edad, aquellos que están en contacto con yeguas gestantes, animales de establecimientos con movimiento (ingreso/egreso) frecuente de équidos, y los que se trasladan frecuentemente hacia competencias. La primovacuna consiste en una serie de 3 dosis de vacuna (inactivada o a virus vivo atenuado) con un intervalo de 4 a 6 semanas y revacunación cada 6 meses. La primera vacunación en potrillos se realiza a los 4 a 6 meses de edad. En

yeguas gestantes, se administran 3 dosis de vacuna inactivada al quinto, séptimo, y noveno mes de la gestación para la prevención del aborto y para asegurar un adecuado nivel de inmunidad calostrual. Se recomienda revacunar a los equinos con riesgo de exposición durante, por ejemplo, la ocurrencia de brotes de enfermedad respiratoria, abortos, o síndrome neurológico.

Además de la vacunación, diversas medidas de manejo y bioseguridad deben ser implementadas para el eficiente control de la ocurrencia de enfermedades asociadas a la infección con HVE-1 y HVE-4. Entre las medidas de manejo, una de las más importantes es el mantenimiento de caballos en grupos de acuerdo a su categoría (edad). De la misma manera, se debe mantener a las yeguas preñadas separadas de otros caballos, y en pequeños grupos, no solo para reducir los niveles de estrés sino también para evitar el desarrollo de extensos brotes de aborto si alguno ocurriese. En los casos de abortos, el animal afectado debe mantenerse en aislamiento, material apropiado debe remitirse para su diagnóstico, y los restos deben ser eliminados y el lugar desinfectado rápidamente. Una práctica apropiada es cambiar de potrero a todas las yeguas gestantes. Los animales en contacto deben mantenerse aislados, en observación y, si es posible, la subdivisión en pequeños grupos es recomendable. Ante la observación de casos neurológicos compatibles con mieloencefalopatía herpética, tanto los caballos afectados como los convivientes, deben ponerse en cuarentena, y el movimiento de animales desde y hacia ese establecimiento debe ser interrumpido por un período de 3 semanas posteriores al último caso clínico registrado. Se recomienda el estricto monitoreo de los caballos convivientes, y ante la presencia de fiebre u otros signos clínicos proceder a su aislamiento inmediato.

Se deben implementar medidas de bioseguridad adicionales, como la atención de animales sanos antes de aquellos afectados, uso de vestimenta descartable o cambio de vestimenta, lavado de manos, desinfección del calzado, etc. para evitar la transmisión dentro del establecimiento, principalmente a través del personal y uso común de equipamiento (Pusterla y Hussey, 2014; Association, 2015; Gonzalez-Medina y Newton, 2015).

Encefalitis por Alfavirus

Las encefalitis alfavirales, encefalitis equina del este (EEE), encefalitis equina del oeste (EEO) y encefalitis equina de Venezuela (EEV), constituyen un grupo de

infecciones virales transmitidas por mosquitos (arbovirus) de importancia en salud pública y salud animal pues ocasionan enfermedad neurológica severa de letalidad variable, aunque frecuentemente elevada (hasta un 95%), en el hombre y en equinos. Debido a su importancia en salud pública, su posible emergencia en otros continentes, su potencial uso como arma biológica, y a la capacidad del virus de la EEV de ser diseminado a través del movimiento de personas y/o equinos infectados, estas infecciones son de importancia mundial y de notificación obligatoria a las autoridades sanitarias locales (SENASA) y a la OIE (World Organisation for Animal Health (OIE), 2016e; Pfeffer y Dobler, 2010; Adams y col., 2012; MacKay, 2009; Gibbs y Long, 2007; Weaver y Barrett, 2004; Weaver y Reisen, 2010; Weaver, 2005; Weaver y col., 2012; World Organisation for Animal Health (OIE), 2016f). Los agentes etiológicos, los virus de la EEE, de EEO, y de EEV, son miembros de la familia *Togaviridae*, género *Alphavirus*; virus envueltos, que poseen un genoma de ARN de cadena simple y polaridad positiva. Los virus de la EEE, EEO, y EEV poseen características antigénicas diferentes, y, a su vez, existen diversas variantes y subtipos (Minke y col., 2004; Adams y col., 2012; MacKay, 2009; Aguilar y col., 2005; Logue y col., 2009; Oberste y col., 1999; Steele y col., 2008; Taylor y Paessler, 2013; Weaver y col., 2004; Weaver y col., 1999).

La infección por estos arbovirus es endémica en América del Norte, Centro y Sudamérica; y son denominadas Arbovirosis del Nuevo Mundo ya que no hay registros de su ocurrencia en otros continentes (Pfeffer y Dobler, 2010). Los virus de la EEE y WEE se mantienen en la naturaleza dentro de un ciclo selvático-endémico de transmisión entre mosquitos (vectores biológicos) y aves silvestres (reservorio natural). Este ciclo de transmisión ave-mosquito-ave favorece la propagación y amplificación viral. Las aves infectadas no sufren enfermedad clínica, sin embargo, desarrollan viremias de alto título que contribuyen al mantenimiento de EEE y EEO en la naturaleza. Existen más de 20 especies de mosquitos implicados en la transmisión viral. La transmisión a humanos y equinos (mediada por mosquitos infectados) ocurre tras una interrupción del ciclo enzoótico natural, lo que frecuentemente ocasiona un brote epidémico. En la EEE y en la EEO, el humano y los equinos son huéspedes terminales debido a que desarrollan una viremia muy baja que imposibilita su transmisión mediada por mosquitos. En el caso del virus de la EEV, su ciclo enzoótico ocurre entre mosquitos y pequeños mamíferos (principalmente roedores) que actúan como reservorios, y tanto los equinos como los humanos desarrollan viremias de alto título post-infección, posibilitando la transmisión a

otros equinos o humanos a través de mosquitos (Pfeffer y Dobler, 2010; Weaver y Barrett, 2004; Weaver y Reisen, 2010; Weaver, 2005; Weaver y col., 2012; Weaver y col., 1999; Carrera y col., 2013; Zacks y Paessler, 2010; Go y col., 2014). En general, la enfermedad se manifiesta varias semanas antes en equinos que en humanos, razón por la cual los caballos son importantes como centinelas permitiendo alertar a las autoridades de salud pública ante la aparición de casos en estos animales. En todos los casos, EEE, EEO y EEV, los brotes de enfermedad usualmente ocurren a fines del verano y principios del otoño, cuando la temperatura y humedad ambiental han favorecido la reproducción de los mosquitos, aumentando exponencialmente su densidad y, consecuentemente, la amplificación viral (MacKay, 2009). Diversas actividades antropogénicas contribuyen a la emergencia de estas infecciones, entre ellos el cambio climático, la expansión de la agricultura y de la urbanización, el movimiento de animales y personas, entre otros.

Si bien la infección con cualquiera de estos virus, EEE, EEO y EEV, es indistinguible clínicamente una de otra, la EEE es más severa y de progresión rápida. El período de incubación varía entre 2 y 14 días, y pueden presentarse 3 formas clínicas diferentes: infección inaparente, síndrome febril (presente en el 80-90% de equinos infectados (Goehring, 2008)), y encefalomielitis. La infección inaparente ocurre en aquellos casos en los que la viremia es muy baja y el único signo clínico es una ligera hipertermia que generalmente pasa desapercibida. El síndrome febril se caracteriza por hipertermia, anorexia, depresión, taquicardia y diarrea en algunos casos. El cuadro neurológico asociado a encefalomielitis se desarrolla luego de un segundo pico febril que ocurre aproximadamente 5 días post-infección, y en una pequeña proporción de los animales infectados (Goehring, 2008). Los signos incluyen hiperestesia, agresión, excitabilidad, presión cefálica contra objetos fijos, inclinación cefálica, marcha en círculos, ceguera, narcolepsia, ataxia, bruxismo, paresia o parálisis, convulsiones, y disfunción de los pares craneales con anormalidades en los reflejos pupilares, nistagmo, falta de reflejo de amenaza, parálisis facial, lingual, faríngea o laríngea. La progresión al decúbito, coma y muerte es frecuente en general luego de 2-3 días de iniciada la enfermedad neurológica, y la letalidad puede ser hasta del 90% en humanos y caballos, particularmente en el caso de EEE (75-95%) y EEV (19-83%). Los caballos jóvenes son la categoría más susceptible y aquellos que sobreviven se recuperan luego de varias semanas y desarrollan inmunidad de por vida, pero generalmente presentan alteraciones neurológicas permanentes (Goehring, 2008; MacKay, 2009; Gibbs y Long, 2007; Zacks y Paessler, 2010; (CFSPH), 2008; Bertone, 2010).

Si bien los signos clínicos mencionados y la ocurrencia en determinada época del año son muy indicativos, es necesaria la confirmación del laboratorio especialmente debido a que dichas enfermedades son de notificación obligatoria a las autoridades sanitarias. Dentro de los métodos para la detección del agente podemos mencionar el aislamiento viral en cultivos celulares, la inmunohistoquímica en cortes finos de encéfalo, y la detección del genoma viral por métodos moleculares (RT-PCR). Las muestras apropiadas para el diagnóstico etiológico incluyen SNC (fresco refrigerado o congelado), y sangre entera o líquido cefalorraquídeo (LCR) únicamente de utilidad para el diagnóstico del virus de la EEV. Para la obtención de muestras de SNC en equinos muertos o eutanasiados, la necropsia debe realizarse con extrema precaución, aplicando las medidas de bioseguridad y protección personal pertinentes debido a las características zoonóticas de estas y otras enfermedades neurológicas que afectan al equino (Virus del Nilo Occidental, Rabia). Deberán utilizarse antiparras y barbijo para evitar el contacto y la inhalación de aerosoles; doble guante o, preferiblemente, guantes de nitrilo; mameluco descartable y botas. Para la apertura de la cavidad craneana se recomienda el uso de sierras en lugar de hachas u otras herramientas de impacto. Posteriormente, utilizar desinfectantes para el instrumental e indumentaria utilizada. Para diagnóstico virológico es recomendable tomar muestras de diversas regiones del SNC, incluyendo corteza cerebral, tronco encefálico, cerebelo y médula espinal. Es imprescindible mantener estas muestras refrigeradas o congeladas hasta y durante su remisión al laboratorio especializado. El resto de la masa encefálica debe remitirse sumergida en formol al 10% para diagnóstico histopatológico. Las técnicas de diagnóstico serológico incluyen principalmente la seroneutralización por reducción de placas (PRNT) y el ELISA de captura de IgM (MAC-ELISA). Este último está siendo muy utilizado, pues posibilita diferenciar equinos infectados recientemente, que presentan altos títulos de IgM, de equinos vacunados, que poseen elevados títulos del isotipo IgG. Es de alto valor diagnóstico la detección de anticuerpos de isotipo IgM o IgG en LCR.

El tratamiento es sintomático, y debe incluir el uso de antiinflamatorios no esteroideos, dimetil-sulfóxido (DMSO) y terapia de sostén para evitar la automutilación, úlceras por decúbito y neumonía por aspiración (Goehring, 2008). El control y la prevención, como en otras arbovirosis, se basan en el control de vectores (mosquitos) y la vacunación preventiva (MacKay, 2009; Gibbs y Long, 2007; Bertone, 2010). Las vacunas disponibles actualmente para el control de las encefalitis alfavirales en equinos en Norteamérica y América Latina, incluyendo a la Argentina, son de tipo inactivada y aún no existen

vacunas aprobadas para su uso en seres humanos. Las vacunas a virus inactivados utilizadas en equinos pueden ser bi, tri, o polivalentes, e incluyen a los virus de la EEE, EEO, y EEV. Las formulaciones polivalentes incluyen otros antígenos tales como toxoide tetánico, VIE, HVE, y virus del Nilo Occidental. En Estados Unidos, la vacunación se encuentra incluida en la vacunación núcleo (“core vaccination”) recomendada por la AAEP, mientras que en la Argentina es de carácter facultativa (Resolución SENASA N° 521/16) y se utilizan vacunas bivalentes (EEE y EEO) o polivalentes (EEE, EEO y otros antígenos). Por otro lado, el Código Terrestre de la OIE recomienda la vacunación contra estas encefalitis como requisito para el movimiento internacional de equinos (World Organisation for Animal Health (OIE), 2016g). Estas vacunas requieren de 2 o más dosis iniciales para inducir niveles de anticuerpos suficientes y garantizar protección, y revacunaciones anuales (Gibbs y Long, 2007). Los potrillos y equinos jóvenes requieren un mayor número de inmunizaciones (Gibbs y Long, 2007; Long, 2014). La AAEP recomienda 2 dosis separadas por 4 a 6 semanas en adultos, con revacunación anual previo a la época de máxima actividad de vectores (primavera/verano) o cada 6 meses en zonas de alto riesgo. En el caso de las yeguas preñadas, se recomienda vacunar 4 a 6 semanas antes del parto, en los potrillos nacidos de yeguas inmunizadas, a los 4 a 6 meses de edad (3 dosis separadas por 4 a 6 semanas), y en potrillos nacidos de yeguas que no han sido previamente inmunizadas, iniciar el protocolo de vacunación entre los 3 y 4 meses de edad (AAEP). Debido a que la EEV es exótica en la Argentina, no se encuentran disponibles vacunas que contengan EEV en su formulación.

Los virus de la EEE y EEO fueron aislados por primera vez en Argentina de caballos con síndrome neurológico en 1930, sin embargo había evidencia epidemiológica que indicaba que estos virus eran los causantes de estas enfermedades desde 1908 (MacKay, 2009; Aguilar y col., 2005; Monath y col., 1985). Los brotes de EEE y EEO en equinos en nuestro país no han estado asociados a enfermedad en humanos, con excepción de los ocurridos en 1972-1973 y 1982-1983, con ocurrencia de casos humanos en Viedma, Río Negro. Los dos últimos brotes de EEE ocurrieron en 1981 y 1988 en Santiago del Estero y Chaco respectivamente (Contigiani, 2004). La última epizootia de encefalitis equina provocada por el virus de la EEO fue en 1982-1983, y el virus fue aislado de diversas especies de mosquitos. En el caso del virus de la EEV, si bien se han detectado anticuerpos contra este virus en roedores, aves y equinos, no hay evidencias clínicas de la ocurrencia de la enfermedad en humanos y equinos de nuestro país (Oberste y col., 1999; Contigiani, 2004; [OIE], 2012; Pisano y col., 2010).

Encefalitis por Flavivirus

La familia *Flaviviridae*, género *Flavivirus* agrupa miembros del serocomplejo de la Encefalitis Japonesa (EJ), que incluye principalmente al virus del Nilo Occidental (VNO), de la Encefalitis Japonesa (VEJ), y de la encefalitis de San Luis (VESL). Todos ellos son arbovirus zoonóticos y neurotrópicos transmitidos por mosquitos y que ocasionan enfermedad neurológica en équidos y humanos (Pfeffer y Dobler, 2010; Go y col., 2014; Long, 2014; MacLachlan y Dubovi, 2010; Delcambre y Long, 2014; McVey y col., 2015; Morita y col., 2015). Los *Flavivirus* son virus envueltos, con un genoma de ARN de cadena simple y polaridad positiva (MacLachlan y Dubovi, 2010; McVey y col., 2015; Brandler y Tangy, 2013; Murray y col., 2010). Por su importancia en equinos, en esta sección se tratarán el VNO y el VEJ exclusivamente.

Virus del Nilo Occidental

La distribución del VNO históricamente involucraba al continente Africano, Europa Mediterránea y el Medio Oriente, pero en 1999, fue detectado en caballos y aves en el estado de Nueva York, Estados Unidos, y posteriormente, esta infección, se diseminó por todo el continente americano (Pfeffer y Dobler, 2010; MacLachlan y Dubovi, 2010; Delcambre y Long, 2014; McVey y col., 2015; Murray y col., 2010; World Organisation for Animal Health (OIE), 2016h), donde el virus es detectado en equinos, humanos, aves, y mosquitos año a año (Center for Disease Prevention and Control (CDC), 2016). En Argentina la primera ocurrencia de encefalitis en equinos debida a este virus ocurrió en el año 2006 (May y col., 2011; Morales y col., 2006). El VNO se mantiene en un ciclo enzoótico entre aves, que actúan como reservorio del virus, y mosquitos (vectores biológicos) del género *Culex spp.* Como en otras arbovirosis, la transmisión al hombre y equinos ocurre tras una interrupción de dicho ciclo silvestre. De modo similar al virus de la EEE y EEO, el hombre y los equinos actúan como huéspedes terminales de la infección al desarrollar una viremia de bajo título que no garantiza la transmisión viral (Pfeffer y Dobler, 2010; Go y col., 2014). La ocurrencia de encefalitis por VNO es reflejo de la actividad vectorial, presentando esta una mayor incidencia en épocas del año con mayor carga de mosquitos (especialmente hacia fines del verano y otoño).

La mayoría de los equinos y humanos infectados por el VNO cursan en forma subclínica o con una enfermedad de presentación poco específica (síndrome febril, anorexia, y depresión, denominada fiebre del Nilo Occidental), estimándose que menos del 1% desarrolla enfermedad neuroinvasiva (encefalitis). La enfermedad neurológica asociada a

la infección por el VNO se caracteriza por fiebre, anorexia, depresión, cólico, y signos neurológicos tales como anormalidades en la marcha, ataxia, paresia/parálisis, fasciculaciones musculares, alteración del comportamiento (hiperexcitabilidad, agresividad, falta de respuesta ante estímulos externos), y déficits de pares craneales. La letalidad en casos neurológicos es de un 30% y aquellos que se recuperan lo hacen en su totalidad en un período de 1 a 6 meses post-infección (Long, 2014; Delcambre y Long, 2014; McVey y col., 2015). No existe actualmente ningún tratamiento específico para la infección por VNO, y las recomendaciones provistas para el tratamiento de sostén en caballos afectados por EEE, EEO o EEV son también apropiadas para el tratamiento de caballos afectados por VNO.

El diagnóstico clínico debe ser confirmado por el laboratorio; en el animal vivo (ante-mortem) la detección de IgM específica mediante ELISA o la detección de un incremento en el título de anticuerpos neutralizantes por la prueba de neutralización por reducción de placas (PRNT) permiten confirmar el diagnóstico clínico. En casos fatales o donde se recurre a la eutanasia, se recomienda enviar muestras de SNC (encéfalo, especialmente del tronco encefálico, refrigeradas) para la detección del virus mediante aislamiento viral o técnicas moleculares (RT-PCR).

El control de vectores en el ambiente y la vacunación constituyen los pilares de la prevención. Se dispone de vacunas a virus completo, inactivadas, monovalentes o formuladas con otros antígenos tales como toxoide tetánico, y virus de la EEE y EEO, en América y Europa. Son vacunas eficaces y seguras, que inducen anticuerpos neutralizantes y protección ante el desafío experimental en el 94% de los equinos vacunados con 2 dosis (Ng y col., 2003). Existen, además, vacunas de segunda generación, altamente eficaces, que utilizan al canarypoxvirus como vector (World Organisation for Animal Health (OIE), 2016h; El Garch y col., 2008; Seino y col., 2007). En Argentina, luego de que el virus ocasionara la muerte de algunos caballos en el año 2006, se autorizó la comercialización, y la vacunación facultativa, utilizando una vacuna inactivada. En Estados Unidos, la vacunación contra el VNO está entre las incluidas en la vacunación núcleo (“core vaccination”) recomendada por la AAEP. El programa de vacunación consiste en la administración de 2 dosis de vacuna (inactivada o recombinante de tipo vectorial), separadas por 4 a 6 semanas para la primovacuna, y revacunaciones anuales previas al inicio de la estación con mayor abundancia de vectores (primavera). También se aconseja revacunar las yeguas gestantes (con vacunas inactivadas) en las 4 a 6 semanas previas al parto (Ng y col., 2003). En el caso de potrillos nacidos de yeguas

inmunizadas, se aplicarán 3 dosis de vacuna inactivada o recombinante, comenzando a los 4 a 6 meses de edad y a un intervalo entre dosis de 4 a 6 semanas, contemplando que la tercera dosis sea administrada entre los 10 y 12 meses de edad, previo a la temporada de mosquitos. En aquellos potrillos nacidos de yeguas no vacunadas, dar inicio a la vacunación más tempranamente, a los 3 a 4 meses de edad.

Virus de la Encefalitis Japonesa (VEJ)

La distribución del VEJ está circumscripita a países del Sudeste Asiático, incluyendo Japón, Korea, China, India, y Australia, entre otros (Go y col., 2014; Delcambre y Long, 2014; Morita y col., 2015; World Organisation for Animal Health (OIE), 2016i); siendo una enfermedad exótica fuera del área endémica, incluyendo al continente americano (Hills y col., 2015). El VEJ presenta un ciclo epidemiológico similar al del VNO, sin embargo, el principal vector del VEJ son los mosquitos de la especie *Culex tritaeniorhynchus*, propio de los campos de arroz en el Sudeste Asiático. A diferencia del VNO, los principales huéspedes amplificadores del VEJ (reservorios) son las aves acuáticas (garzas y otras) y los cerdos, siendo los equinos y humanos huéspedes terminales al igual que en el caso del VNO (Pfeffer y Dobler, 2010; Go y col., 2014).

La presentación clínica en equinos es similar a la ocasionada por el VNO, aunque la enfermedad clínica en caballos que no han estado previamente expuestos puede ser de alta severidad (Go y col., 2014; Solomon y col., 2000). De modo similar al VNO, no existe tratamiento específico.

Para el diagnóstico de laboratorio se utilizan los mismos métodos que para el diagnóstico de VNO, y la vacunación profiláctica es ampliamente utilizada en el área endémica. La vacunación de equinos utilizando una vacuna inactivada fue instaurada en Japón en el año 1948, y desde entonces la población de caballos en la isla se vacuna anualmente. Desde ese momento, se ha observado una marcada reducción de casos de EJ en equinos, la enfermedad no ha sido observada desde 1985 con excepción de un caso fatal en un caballo que no había sido vacunado ocurrido en 2003. Otros países de la región, además de Japón, han implementado la vacunación como medida preventiva, incluyendo Singapur, Malasia, China, Australia, y los Emiratos Árabes Unidos (Morita y col., 2015; World Organisation for Animal Health (OIE), 2016i; Solomon y col., 2000).

Rabia

La rabia es una enfermedad viral zoonótica fatal, endémica en prácticamente todo el mundo, y con un amplio rango de huéspedes de sangre caliente (Goehring, 2008; Horton y Fooks, 2009; Sommardahl, 2010; Wilkins y Del Piero, 2007). El virus de la rabia pertenece a la familia *Rhabdoviridae*, es un virus envuelto con forma característica de bala y posee un genoma a ARN de simple cadena y polaridad negativa.

El virus rábico se mantiene en ciclos endémicos de transmisión entre animales de sangre caliente por mordeduras de animales infectados como perros, gatos, zorros, mapaches, murciélagos vampiros, y otros animales silvestres (Goehring, 2008; Horton y Fooks, 2009; Sommardahl, 2010; Wilkins y Del Piero, 2007; Schwint, 2011). En la Argentina, la rabia se considera endémica en el norte y centro del país, con ocurrencia de brotes que remiten de forma espontánea y son seguidos por períodos interepidémicos de duración variable (hasta varios años) (Russo, 2011). El área endémica se extiende al norte del paralelo 29° S y este del meridiano 66° O, lugar donde habita el vampiro *Desmodus rotundus*, que constituye el principal transmisor del virus en esa región (Russo, 2011).

La rabia posee un período de incubación variable en el equino, generalmente 1-2 meses y se manifiesta con un gran espectro de signos clínicos y, por lo tanto, no es posible diferenciar una forma “furiosa” o “muda/paralítica” como en otras especies. Los mismos incluyen comportamiento anormal (depresión o agresividad con hiperestesia y tendencia a la auto-mutilación), ataxia, paresia/parálisis, signos de afección encefálica incluyendo signos asociados a déficit de pares craneales, decúbito y muerte. Los signos clínicos son progresivos y la muerte se produce aproximadamente a los 7-10 días (Goehring, 2008; Horton y Fooks, 2009; Sommardahl, 2010; Wilkins y Del Piero, 2007). La ocurrencia de casos de rabia es de denuncia obligatoria a las autoridades sanitarias locales (SENASA), y no existe tratamiento. Los equinos en los que se sospecha la enfermedad (casos sospechosos), sin historia de vacunación, deben ser sacrificados de inmediato y se debe obtener material encefálico para realizar el diagnóstico definitivo en un laboratorio de referencia nacional.

Actualmente, no existen métodos para el diagnóstico de rabia ante-mortem. El diagnóstico definitivo se realiza, en laboratorios autorizados, por inmunofluorescencia directa con anticuerpos monoclonales en improntas de tejido encefálico, PCR o inoculación en ratón lactante.

La vacunación profiláctica y la concientización pública son componentes críticos en todo programa para el control y la prevención de la rabia. En equinos, se utiliza una vacuna a virus inactivado, mono o polivalente, que induce una fuerte respuesta de anticuerpos, y se administra anualmente. La vacunación está indicada en zonas endémicas o de riesgo, y se encuentra en el listado de vacunaciones núcleo (“core vaccination”) recomendadas por la AAEP. Las yeguas gestantes deben ser vacunadas 4 a 6 semanas previas al parto para garantizar una correcta inmunidad calostrual. En potrillos, se administra una primera dosis a los 6 meses, una segunda dosis a los 7 meses y una tercera dosis a los 12 meses. Luego se revacunan anualmente (Horton y Fooks, 2009; Sommardahl, 2010; Wilkins y Del Piero, 2007). Ante la mordedura de un animal rabioso, se recomienda revacunar el animal inmediatamente y observarlo durante 45 días, siempre y cuando este haya sido vacunado con anterioridad. En caso contrario, está indicada la eutanasia inmediata (Horton y Fooks, 2009).

Anemia Infecciosa Equina

La Anemia Infecciosa Equina (AIE) es una enfermedad de distribución mundial causada por la infección con el virus de la Anemia Infecciosa Equina (vAIE). El mismo infecta a todos los miembros de la familia *Equidae*, incluyendo caballos, mulas y asnos y la infección persiste durante toda la vida del animal. La AIE se caracteriza por episodios recurrentes de enfermedad caracterizados por fiebre, letargia, anemia y trombocitopenia. El vAIE pertenece a la familia *Retroviridae* (género *Lentivirus*), grupo de virus que incluyen al virus de la Inmunodeficiencia Felina, de la Inmunodeficiencia Bovina y de la Inmunodeficiencia Humana. El vAIE posee un genoma constituido por dos copias de ARN de simple cadena y polaridad positiva que, una vez producida la infección de la célula susceptible (células de la línea monocito-macrófago), son transcritas a ADN doble cadena mediante una enzima propia del virus (transcriptasa inversa), que luego se integra aleatoriamente en el genoma de la célula huésped a través de la acción de una integrasa viral, manteniendo niveles replicativos bajos en un estado conocido como provirus o estado proviral.

La AIE es una enfermedad endémica en diversos países alrededor del mundo, con gran impacto económico en la industria hípica y de notificación obligatoria tanto a autoridades sanitarias locales como a la OIE. La certificación de libre de infección es un requisito para el transporte internacional de equinos. La sangre proveniente de animales infectados

es la principal fuente de infección, y su transferencia constituye la principal vía de transmisión. La transmisión natural de la enfermedad se encuentra mediada por artrópodos hematófagos (tábanos y moscas de los establos) que actúan como vectores mecánicos. Estos son eficientes transmisores ya que su probóscide retiene aproximadamente 10 ± 5 nanolitros (0.00001 ml) de sangre, suficiente para asegurar la transmisión a otro huésped susceptible. Los mosquitos, en cambio, no actúan como vectores del vAIE pues la ingestión de sangre y carga viral es insuficiente para una transmisión efectiva.

Los principales determinantes de una eficiente transmisión natural incluyen los niveles de virus en sangre del animal infectado (viremia) y el volumen de sangre transferido por el vector. De este modo, los animales que se encuentran en el período agudo de la enfermedad o en un período de recrudescencia durante la fase crónica (casos clínicos de AIE) que presentan viremias de alto título constituyen una eficiente fuente de virus para su transmisión. Asimismo, distancias inferiores a 50 metros entre un equino infectado y otro susceptible facilitan la transmisión, ya que los vectores tienen un radio de vuelo que no supera dicha distancia. También contribuyen los ecosistemas favorables para la proliferación de vectores como tabanídeos. Es frecuente también la transmisión de modo iatrogénico, la transferencia de sangre utilizando agujas u otros elementos quirúrgicos contaminados, y transfusiones de sangre o plasma de animales no controlados. La transmisión también puede ocurrir *in útero*.

- La enfermedad se caracteriza por el desarrollo de diferentes cuadros clínicos, agudo, crónico o inaparente, luego de un periodo de incubación variable generalmente de 5 a 30 días.
- Fase aguda: es transitoria, resuelve en pocos días siendo los signos más frecuentes fiebre elevada, letargia y trombocitopenia. Si esta última es muy marcada, pueden presentarse hemorragias petequiales en las mucosas. Debido a que estos signos son inespecíficos, la enfermedad es subdiagnosticada. Los animales afectados pueden presentar elevada letalidad o ingresar en la fase crónica de la enfermedad.
- Fase crónica: se caracteriza por períodos recurrentes de enfermedad aguda que duran entre 3 y 5 días y que se producen de forma cíclica a intervalos variables de tiempo (semanas a meses). La frecuencia de estos episodios clínicos disminuye gradualmente, ingresando en una etapa de infección persistente.

- Estado de “carrier” inaparente: frecuentemente tras la infección no se observan signos clínicos y la respuesta inmune del equino limita la viremia. Los animales permanecen infectados por el resto de la vida.

El diagnóstico se realiza por métodos que detectan anticuerpos específicos (serológicos). Entre ellos, la inmunodifusión en gel de agar (IDGA), también conocida como test de Coggins, constituye el método confirmatorio (prueba de oro), recomendado por la OIE para el movimiento internacional de caballos. Es importante destacar que los anticuerpos son detectados a los 38-87 días, y alcanzan niveles máximos entre los 90-148 días post-infección, esto es posterior a la resolución de la enfermedad aguda. Se da, entonces, un período, denominado ventana, en donde los animales infectados no pueden ser identificados mediante IDGA. Otras metodologías como los ELISA's posibilitan la detección de anticuerpos más tempranamente, a partir de los 28 días post-infección, sin embargo, hasta el presente, es necesario confirmar estos resultados por IDGA.

Si bien se ha investigado sobre numerosas alternativas de vacunas ninguna ha sido eficaz para prevenir la infección. El único antecedente en el que se utilizó una vacuna a virus vivo modificado (atenuada) es en China; sin embargo su eficacia no ha sido científicamente comprobada.

La prevención y control en la actualidad se basan en la identificación de animales infectados, su segregación y eutanasia (o envío a frigorífico) acorde a la legislación vigente.

En Argentina, el organismo regulador es el Servicio Nacional de Sanidad Animal y Calidad Agroalimentaria (SENASA), dependiente del Ministerio de Agricultura, donde la AIE se encuentra dentro del Programa de Enfermedades de los Equinos. El método de diagnóstico oficial es el test de Coggins (AGID), y los laboratorios de diagnóstico deben estar autorizados y registrados en SENASA. Para el movimiento de equinos y su participación en competencias y carreras, es obligatorio contar con un certificado con resultado negativo al test de Coggins dentro de los 60 días y también este organismo recomienda realizar el diagnóstico cada 6 a 12 meses en la totalidad de la población equina. Ante un caso positivo, se debe notificar al SENASA, que implementará la interdicción y cuarentena del establecimiento comprometido, verificará la eutanasia o envío a faena de todos los reactores positivos e implementará los muestreos de sangre cada 30 días hasta que en dos muestreos sucesivos no se detecten nuevos casos positivos, lo que determinará la liberación de la interdicción.

En Argentina, la población equina deportiva, en continuo movimiento, se encuentra extensamente monitoreada mediante el diagnóstico frecuente de AIE, pero existe una gran población estática, numéricamente muy superior, que no está bajo ningún programa de control. Sin embargo, los escasos datos existentes permiten identificar 3 “regiones”, el norte del país con prevalencias variables pero que pueden alcanzar el 50% de la población equina, una zona central que abarca la provincia de Buenos Aires, y otras provincias de la región pampeana, con baja prevalencia, menor al 1%, y la región patagónica, que ha sido recientemente declarada zona libre de AIE (www.senasa.gob.ar).

Rotavirus

La infección por rotavirus constituye la principal causa de diarrea neonatal en potrillos menores a 3-4 meses de edad en todo el mundo. Es una enfermedad altamente contagiosa, de alta morbilidad y baja mortalidad, de transmisión fecal-oral, y de alto impacto económico asociado a la ocurrencia de brotes, costos de tratamiento y, ocasionalmente, la muerte de potrillos afectados (Garaicoechea y col., 2011; Bailey y col., 2013; Saif y col., 1994; Magdesian y col., 2014; Slovis y col., 2014).

Los miembros del género *Rotavirus* pertenecen a la familia *Reoviridae* y son virus desnudos, de simetría icosaédrica, con una doble cápside (interna y externa), y un genoma constituido por 11 segmentos de ARN de cadena doble. Solamente los rotavirus del grupo A afectan al equino. Es importante destacar que, de acuerdo a las características antigénicas de las 2 proteínas integrantes de la cápside externa (VP4 y VP7), los rotavirus se clasifican en P (VP4) y G (VP7) tipos, respectivamente (Garaicoechea y col., 2011; Bailey y col., 2013; Saif y col., 1994; Magdesian y col., 2014). Al menos 7 G tipos (G3, G5, G6, G8, G10, G13, y G14) y 5 P tipos (P[1], P[7], P[11], P[12], y P[18]) de rotavirus equinos fueron descritos, siendo los tipos G3 y G14, y un único P tipo (P[12]) los de mayor prevalencia (Browning y col., 1991a; Browning y col., 1992a; Browning y col., 1991b; Browning y col., 1991c; Browning y col., 1992b; Matthijnssens y col., 2012). En Argentina, se ha observado una fluctuación anual en la prevalencia de los tipos G3 y G14 en potrillos con diarrea (Garaicoechea y col., 2011).

Los rotavirus son muy resistentes en el medio ambiente, inclusive a ciertos desinfectantes, y pueden permanecer viables por hasta 9 meses. La transmisión ocurre por vía fecal-oral y los potrillos afectados eliminan gran cantidad de partículas virales que contaminan el ambiente. En un estudio realizado entre 1992 y 2007, el 62,5% de los casos de diarrea en

potrillos de la provincia de Buenos Aires, Argentina, se encontraron asociados a la infección por rotavirus (Parreño y col., 2016). Es importante también destacar que, si bien en cantidades inferiores comparado con potrillos infectados, los animales adultos pueden excretar rotavirus de modo subclínico en la materia fecal y, de este modo, contribuir al mantenimiento del virus en el ambiente (Bailey y col., 2013; Magdesian y col., 2014).

La infección presenta un período de incubación muy corto (24-48 hs) y se asocia con diarrea acuosa profusa en potrillos de hasta 4 meses de vida. La diarrea presenta una duración promedio de 3 días (1-9 días), aunque la excreción viral continúa por un promedio de 3 días luego de la interrupción de la diarrea (Magdesian y col., 2014). Los potrillos afectados presentan fiebre en algunos casos, decaimiento, anorexia, cólico, además de la diarrea que, si bien es autolimitante, puede ocasionar deshidratación grave. Si bien la morbilidad es muy elevada, la letalidad es baja y frecuentemente asociada a casos de deshidratación severa que no han recibido el tratamiento médico apropiado. Con respecto al tratamiento, este es de sostén e incluye medidas de hidratación en casos severos (vía endovenosa), el uso de adsorbentes (por ejemplo, crema de bismuto), antiácidos, y antibióticos en algunos casos.

El diagnóstico clínico debe ser confirmado por métodos de laboratorio. En general, existe un gran número de técnicas de detección rápida de rotavirus A, incluyendo ELISA de detección de antígeno o inmunocromatografía de flujo lateral. Otros métodos incluyen la microscopía electrónica y métodos de diagnóstico molecular (PCR). Cabe destacar que la remisión de muestras y diagnóstico es importante en términos de la vigilancia epidemiológica y la caracterización de genotipos (G3 o G14) de rotavirus A prevalentes. El control y la prevención de la diarrea ocasionada por la infección con rotavirus A se basan en la vacunación profiláctica de yeguas durante la gestación y la aplicación de medidas apropiadas de higiene y desinfección. Como en otras especies domésticas, la inmunidad calostrual resulta fundamental para la prevención de la diarrea neonatal asociada a la infección por rotavirus en potrillos. La vacunación de las yeguas en avanzado estado de gestación contribuye en el control de la diarrea asociada a dicha infección (Magdesian y col., 2014; Barrandeguy y col., 1998). Se encuentran disponibles comercialmente vacunas inactivadas que incluyen la cepa de referencia de rotavirus equino H-2 (G3P[12]) (Magdesian y col., 2014) o la cepa HO-5 (G3P[12]) (Imagawa y col., 2005) en Estados Unidos y Japón, respectivamente. En Argentina, se utiliza una vacuna inactivada desarrollada en el país que contiene la cepa prototipo de rotavirus equino H-2 (G3P[12]), rotavirus simiano (SA11, G3P[2]), rotavirus bovino (NCDV-

Lincoln, G6P[1]) y una cepa regional de *Escherichia coli* equina (Barrandeguy y col., 1998).

Estas vacunas están indicadas en yeguas gestantes, en 2 o 3 dosis a los 8, 9, y 10 meses de gestación (Barrandeguy y col., 1998). Las mismas inducen una respuesta de anticuerpos neutralizantes en la yegua, los cuales son transferidos a través del calostro y contribuyen a reducir la incidencia de diarrea en los potrillos (Parreño y col., 2016; Barrandeguy y col., 1998; Sheoran y col., 2000).

Peste equina africana

La peste equina africana (PEA) es una enfermedad contagiosa muy grave, con alta mortalidad, ocasionada por un arbovirus perteneciente a la familia *Reoviridae*, género *Orbivirus*. La infección es endémica en países del África subsahariana, y exótica en el resto del mundo. El virus de la peste equina africana (vPEA) es un virus desnudo, que posee una doble cápside (interna y externa), y un genoma constituido por 10 fragmentos de ARN de cadena doble. Existen 9 serotipos diferentes (serotipos 1 a 9) del vPEA (Kanai y col., 2014; Robin y col., 2016; Long y Guthrie, 2014; Zientara y col., 2015; World Organisation for Animal Health (OIE), 2016j), los cuales no poseen inmunidad cruzada, a excepción de los serotipos 5 y 9 que presentan reactividad cruzada con los serotipos 8 y 6, respectivamente (Long y Guthrie, 2014; Zientara y col., 2015; von Teichman y col., 2010).

Si bien el vPEA es de carácter exótico fuera del área endémica, se han registrado incursiones del virus en la península Ibérica en dos ocasiones, con consecuencias económicas de alta gravedad (Rodríguez y col., 1992). En condiciones naturales, el vPEA es transmitido por insectos hematófagos del género *Culicoides spp.* (jejenes). Los equinos infectados, los asnos y mulas que generalmente se recuperan de la infección, así como las cebras que desarrollan una infección subclínica constituyen los reservorios del virus. La enfermedad presenta un alto potencial de difusión a áreas libres a través de la expansión de los vectores transmisores y del movimiento de équidos (caballos, asnos, mulas y cebras) infectados que no hayan sido sometidos a los protocolos de diagnóstico y cuarentena en vigencia (Robin y col., 2016; Long y Guthrie, 2014; Zientara y col., 2015; World Organisation for Animal Health (OIE), 2016j).

La enfermedad clínica se desarrolla luego de un período de incubación de 5 a 7 días, y sus características dependen tanto de la virulencia de la cepa de virus infectante como de

la dosis infectiva. La PEA puede presentarse en alguna de cuatro formas clínicas: síndrome febril (peste equina), forma pulmonar, forma cardíaca o forma mixta. El síndrome febril es la presentación más leve de la enfermedad y frecuentemente subdiagnosticada. Se caracteriza por signos inespecíficos y leves incluyendo fiebre de 4-5 días de duración, depresión y anorexia. Esta forma de la enfermedad se observa frecuentemente en burros, cebras y caballos previamente inmunizados que han sido expuestos a una cepa de virus heteróloga. La forma pulmonar es de desarrollo hiperagudo, fatal en la gran mayoría de los casos (>95 %), y de ocurrencia en animales completamente susceptibles, es decir, aquellos que no han sido previamente inmunizados incluyendo potrillos luego de la pérdida de inmunidad calostrual. El período de incubación es corto (3-4 días) con aparición repentina de fiebre elevada, disnea de progresión rápida con presencia de descarga nasal serofibrinosa y espumosa. La muerte sobreviene muy rápidamente, 30 minutos a algunas pocas horas luego de la aparición repentina de disnea. En comparación, la forma cardíaca posee un período de incubación más largo (5-7 días), con desarrollo de fiebre y edemas, especialmente supraorbitario, conjuntival, intermandibular, de lengua y labios, y laríngeo. El desarrollo de hemorragias petequiales sobreviene cercano a la muerte. La mortalidad es >50 %, y la muerte ocurre 4-8 días de iniciados los signos clínicos. Finalmente, la forma mixta se caracteriza por disnea moderada, no progresiva, y desarrollo de edemas y efusiones, donde la muerte ocurre tras la falla cardíaca. La muerte ocurre 3-6 días luego de iniciados los signos clínicos. No existe ningún tratamiento específico, y este es únicamente de sostén.

El diagnóstico se basa en la detección del vPEA en sangre y tejidos corporales mediante aislamiento viral, PCR o ELISA para la detección de antígeno. Por ende, se recomienda la remisión de muestras de sangre con anticoagulante y tejidos obtenidos post-mortem (hígado, bazo, pulmón).

La vacunación constituye la principal herramienta para la prevención de la PEA en países del área endémica (Robin y col., 2016; Long y Guthrie, 2014; Zientara y col., 2015). Asimismo es una herramienta esencial para el control y erradicación en los casos de incursiones del virus fuera de la zona endémica (Rodríguez y col., 1992). Actualmente, la vacuna que se utiliza es de tipo atenuada, polivalente, que contiene 7 de los 9 serotipos del virus (MacLachlan y col., 2007; Robin y col., 2016; Long y Guthrie, 2014; Zientara y col., 2015; World Organisation for Animal Health (OIE), 2016j). En áreas endémicas, la vacunación se realiza anualmente previo a la temporada de vectores transmisores (fines del invierno). Si bien la vacunación no protege a la totalidad de los animales vacunados,

los que recibieron una serie de 3 o más dosis se encuentran adecuadamente protegidos (Long y Guthrie, 2014). Asimismo, la vacunación de yeguas gestantes en el último trimestre de la gestación induce adecuada inmunidad calostrual (Crafford y col., 2013), sin embargo, su utilización debe ser evaluada de acuerdo al riesgo ya que se han descrito efectos teratogénicos (Alberca y col., 2014). La PEA es una enfermedad de notificación obligatoria y su ocurrencia debe ser reportada tanto a las autoridades sanitarias nacionales como a la OIE. La ocurrencia de brotes fuera del área endémica requieren de una acción rápida para su efectivo control, incluyendo la delineación del área del brote, interrupción del movimiento de équidos, estabulación de équidos durante el período de mayor actividad de vectores, la rápida identificación de animales infectados mediante el control de temperatura rectal, y la vacunación de animales susceptibles.

Virus Hendra

El virus Hendra (VH) es un paramyxovirus emergente, zoonótico, asociado a una enfermedad respiratoria aguda y severa en equinos y humanos, que fue descrita por primera vez en Brisbane (Hendra), Queensland, Australia en el año 1994. Esta enfermedad emergente involucró 21 caballos, con 14 casos fatales, dos personas expuestas sufrieron una enfermedad respiratoria severa y una murió. Posteriormente, en una localidad cercana (Mackay), 2 caballos y una persona murieron tras la infección (Aljofan, 2013; Middleton, 2014; Hess y col., 2011; Savage y col., 2014). Posteriormente, se produjeron brotes esporádicos totalizando 48 eventos, de los cuales 34 fueron registrados a partir de 2011 (Aljofan, 2013; Middleton, 2014).

El VH pertenece a la familia *Paramyxoviridae*, posee una envoltura lipídica con espículas proteicas, y un genoma a ARN de cadena simple y polaridad negativa. El origen y transmisión del virus se encuentran asociados con al menos 4 especies de murciélagos frugívoros del género *Pteropus spp.* (conocidos vulgarmente como zorros voladores) los cuales constituyen el reservorio natural. El virus se encuentra en altas concentraciones en la orina, fetos abortados, y otros fluidos corporales (especialmente del tracto reproductivo) de estos murciélagos (Aljofan, 2013; Middleton, 2014; Hess y col., 2011; Savage y col., 2014; Clayton y col., 2013; Field, 2016; Middleton y col., 2014). La transmisión al equino ocurre por contacto directo con secreciones de murciélagos infectados, posiblemente a través de la ingestión o inhalación del virus con el alimento u otros materiales contaminados (The Center for Food Security and Public Health

(CFSPH), 2015). Puede ocurrir la transmisión entre caballos, como así también del equino al humano. La transmisión al hombre se produce por contacto directo con sangre u otros fluidos corporales de caballos infectados, siendo la vía aerógena la más importante.

El VH es un virus pneumotrópico, ocasiona enfermedad respiratoria severa, de curso agudo, y fatal asociada a una neumonía intersticial y edema pulmonar agudo que se manifiesta por una descarga nasal espumosa. La muerte sobreviene, en general, 36-72 horas luego de la aparición de signos clínicos en el 75 % de los casos (Middleton, 2014; Hess y col., 2011; Savage y col., 2014; Mahalingam y col., 2012). No existe tratamiento específico disponible hasta el momento.

Debido a sus características zoonóticas, su curso hiperagudo, y a la severidad de la enfermedad que ocasiona, el diagnóstico etiológico definitivo debe realizarse en laboratorios de máxima bioseguridad (nivel 4) y consiste en el aislamiento viral o detección por métodos moleculares.

Para el control y la prevención es esencial minimizar el contacto de los caballos con desechos y fluidos corporales de los zorros voladores y adoptar la vacunación profiláctica. El desarrollo y la autorización de uso de una vacuna a subunidades en equinos en Australia es muy reciente (2012) (Middleton, 2014; Australian Veterinary Association, 2012). Se recomienda administrar 2 dosis (primovacunación) separadas por 3 semanas a partir de los 4 meses de edad con revacunaciones cada 6 meses (Middleton, 2014).

Estomatitis vesicular

La estomatitis vesicular (EV) es una enfermedad viral zoonótica, endémica en varias zonas del continente americano que afecta a diversas especies domésticas, especialmente équidos, bovinos y cerdos. La misma se caracteriza por el desarrollo de vesículas, erosiones y úlceras en la cavidad oral, extremidades y glándula mamaria, y sus similitudes con la fiebre aftosa en animales de pezuña hendida es lo que hace que esta enfermedad sea de notificación obligatoria y tenga graves consecuencias en el comercio internacional de ganado y sus subproductos.

La EV es ocasionada por el virus de la estomatitis vesicular (vEV), perteneciente a la familia *Rhabdoviridae*, género *Vesiculovirus* con características morfológicas similares al virus de la rabia. Si bien existen diversos miembros en el género *Vesiculovirus*, dos serotipos del virus son considerados de mayor importancia: Indiana y New Jersey.

La EV es endémica en México, suroeste de los Estados Unidos, América Central, norte de América del Sur, y este de Brasil. Si bien la dinámica de transmisión no está completamente elucidada y se desconoce el rol preciso de los vectores en cuanto a su competencia biológica, esta es mediada por diversos artrópodos vectores, entre ellos tábanos (*Tabanus spp.*), moscas de los establos (*Stomoxys spp.*), moscas negras (*Simulium spp.*), moscas de la arena (*Lutzyomia spp.*), mosquitos (*Aedes spp.* y *Culex spp.*), y jejenes (*Culicoides spp.*). Es posible que algunos de estos vectores actúen tanto como vectores biológicos como mecánicos, y adquieran el virus a través de la ingestión de secreciones provenientes de las lesiones. Una vez que el vEV ha sido introducido en un rodeo o manada susceptible, la transmisión ocurre por contacto directo con animales infectados o, indirecto, a través de fomites y materiales contaminados. Sin embargo, el virus es lábil en el medio ambiente y es inactivado rápidamente por acción de la luz UV, el calor y la desecación. El reservorio en la naturaleza y/o huéspedes diseminadores son desconocidos. El período de incubación es de 3 a 7 días, seguido de un episodio febril y sialorrea. El desarrollo de lesiones (vesículas que posteriormente se erosionan y dan lugar a úlceras) ocurre en la cavidad oral (superficie dorsal de la lengua, encías, paladar y uniones mucocutáneas) y también en la superficie rostral de la cavidad nasal en cerdos, glándula mamaria en bovinos, y banda coronaria en cerdos, bovinos y equinos. La EV es generalmente de resolución rápida y por lo general no requiere de ningún tratamiento. Los animales afectados se recuperan en un período de 7 a 14 días post-infección. Debido a que se trata de una enfermedad zoonótica y de notificación obligatoria a las autoridades sanitarias locales y a la OIE, el diagnóstico de laboratorio es obligatorio. La remisión de contenido de vesículas o epitelio son apropiadas para la detección del virus mediante aislamiento o técnicas moleculares, mientras que la toma de muestras pareadas de suero posibilitan evaluar la seroconversión mediante seroneutralización, fijación del complemento o ELISA. Dentro de ellas, la seroneutralización constituye el ensayo prescripto por la OIE para el movimiento internacional de animales. Actualmente, no existen vacunas eficientes para el control de la EV y, por ende, las estrategias de control y prevención se basan en el diagnóstico temprano, la cuarentena de animales infectados, y la aplicación de medidas de bioseguridad y control de vectores con el objetivo de reducir la transmisión.

Papilomavirus

La ocurrencia de verrugas en equinos se encuentra asociada a la infección causada por papilomavirus equino. Los papilomavirus son virus pequeños, desnudos, de cápside icosaédrica y genoma a ADN de doble cadena lineal, pertenecientes a la familia *Papillomaviridae*. En general, los papilomavirus infectan células epiteliales y ocasionan lesiones proliferativas conocidas como papilomas.

El papilomavirus equino tipo 1 ocasiona papilomas cutáneos (verrugas), los cuales se observan frecuentemente en el hocico y labios de equinos jóvenes (<3 años de edad), aunque también pueden observarse en orejas, párpados, genitales y extremidades. El papilomavirus equino tipo 2 ha sido también aislado de papilomas cutáneos como así también de carcinoma de células escamosas de localización genital. El virus es transmitido por contacto directo o a través de fomites.

Las lesiones en general son múltiples, de 0,1 a 2 cm de diámetro, de aspecto rosado, superficie suave y levemente elevadas en el momento de su aparición, pero a medida que proliferan se tornan hiperqueratóticas, de color gris, y frondosas con aspecto de coliflor. La ocurrencia de lesiones en los genitales son consideradas pre-malignas y pueden progresar al desarrollo de carcinoma de células escamosas.

El diagnóstico es básicamente clínico, y, si bien la mayoría de los papilomas resuelven espontáneamente al cabo de unos meses, aquellos que no desaparecen pueden ser extirpados quirúrgicamente o mediante la aplicación tópica de ácido trifluoroacético. Las autovacunas han sido utilizadas empíricamente, su eficacia no ha sido fehacientemente comprobada.

Enfermedades bacterianas

Adenitis equina (Streptococcus equi subesp. equi)

La adenitis equina es una enfermedad respiratoria altamente contagiosa caracterizada por linfadenitis de linfonódulos retrofaríngeos y submandibulares que ocasiona graves pérdidas económicas en todo el mundo.

La adenitis equina es producida por *Streptococcus equi* subesp. *equi* (*S. equi*), un microorganismo Gram positivo, beta hemolítico, anaerobio facultativo, formador de colonias mucoides en agar sangre, originado a partir de una cepa ancestral de *Streptococcus equi* subesp. *zooepidemicus* (Ainsworth y Cheetham, 2010; Boyle, 2011; Giguère, 2012; Harrington y col., 2002; House y col., 2009; Sweeney y col., 2005; Taylor

y Wilson, 2006; Timoney, 2004; Timoney y Kumar, 2008; Waller, 2013; Waller y col., 2011; Weese, 2014). *S. equi* presenta diversos factores de virulencia que permiten la colonización bacteriana y son responsables de su patogenicidad, incluyendo una cápsula anti-fagocítica, enzimas que degradan la matriz extracelular, receptores Fc y endopeptidasas IgG-específicas que degradan IgG previniendo su unión al microorganismo, exotoxinas pirogénicas, y la proteína M (SeM), la cual posee propiedades antifagocíticas (Timoney, 2004; Waller y col., 2011; Weese, 2014).

La infección por *S. equi* es endémica en la población de équidos en todo el mundo, y su incidencia es elevada. La transmisión ocurre de modo directo o indirecto a través del contacto con secreciones mucopurulentas provenientes de caballos infectados (Timoney, 2004; Weese, 2014). *S. equi* coloniza las criptas y epitelio asociado a folículos linfoides de las tonsilas, con posterior traslocación a linfonódulos submandibulares y retrofaríngeos que drenan linfa de la zona faríngea y tonsilas (Timoney y Kumar, 2008) aunque también puede haber diseminación bacteriana por vía hematógena o linfática (Weese, 2014). La excreción de *S. equi* a través de secreciones nasales se inicia luego de un período de latencia de 4 a 14 días, y puede extenderse por 3 a 7 semanas posteriores a la resolución de los signos clínicos (Sweeney y col., 2005; Weese, 2014). *S. equi* tiene la capacidad de persistir en las bolsas guturales en un 10% de los animales infectados durante meses o años (portadores subclínicos), los cuales continúan excretando *S. equi* en secreciones nasales de modo intermitente sin presentar signos clínicos o presentando tos esporádica y descarga nasal unilateral intermitente asociada al desarrollo de empiema crónico de bolsas guturales y formación de condroides (Sweeney y col., 2005; Weese, 2014). De este modo, los portadores cumplen un importante rol en la persistencia de *S. equi* en las poblaciones de caballos (Sweeney y col., 2005; Weese, 2014). Aproximadamente un 75 % de los caballos infectados desarrollan una fuerte respuesta inmune, humoral y de mucosas, que persiste por 5 años o más, mientras que un 25 % permanece susceptible a la reinfección. Si bien los caballos adultos previamente expuestos generalmente presentan formas leves de la enfermedad luego de la reinfección, estos continúan excretando *S. equi* en sus secreciones nasales, constituyendo una importante fuente de infección para otros caballos susceptibles (Weese, 2014).

La adenitis equina se caracteriza clínicamente por la aparición abrupta de fiebre luego de un periodo de incubación de 3 a 14 días, seguida por signos de enfermedad respiratoria alta con descarga nasal mucopurulenta y linfadenitis aguda principalmente en los linfonódulos submandibulares y retrofaríngeos que progresa a purulenta con la

consecuente abscedación y fistulización. Dicha linfadenitis puede ocasionar la compresión de la faringe, laringe, tráquea y esófago provocando disnea, estridor y disfagia y en casos graves, la sofocación y muerte por asfixia. Los linfonódulos retrofaríngeos pueden fistulizar y drenar el material purulento hacia las bolsas guturales. Las complicaciones más frecuentes incluyen metástasis y diseminación de la infección a otros órganos (adenitis bastarda), empiema de bolsas guturales, y enfermedad inmuno-mediada (púrpura hemorrágica, miositis, glomerulonefritis) (Ainsworth y Cheetham, 2010; Boyle, 2011; Giguère, 2012; Harrington y col., 2002; House y col., 2009; Sweeney y col., 2005; Taylor y Wilson, 2006; Timoney, 2004; Waller, 2013; Weese, 2014; Bennett y King, 1948; Biggers y Ingram, 1948; Jorm, 1990; Pusterla y col., 2003; Sweeney y col., 1987; Carossino y col., 2016). La adenitis bastarda puede estar asociada a focos de infección y desarrollo de abscesos en pulmón (bronconeumonía supurativa), mesenterio, hígado, bazo, riñones y cerebro. La misma también se encuentra asociada a la ocurrencia de endocarditis, miocarditis, artritis séptica, entre otros. El diagnóstico y tratamiento de la adenitis bastarda es más difícil y requiere de métodos complementarios como, por ejemplo, ultrasonografía. El desarrollo de enfermedad inmuno-mediada se asocia a elevados títulos de anticuerpos al momento de la infección, y la púrpura hemorrágica es la forma más común. La misma se caracteriza por una vasculitis necrotizante aséptica que induce el desarrollo de edema subcutáneo particularmente en la cabeza, extremidades y tronco como así también hemorragias petequiales y equimóticas en las membranas mucosas.

Si bien el diagnóstico clínico es suficiente para implementar un tratamiento temprano, el diagnóstico de laboratorio permite la confirmación del agente etiológico y resulta críticamente importante en la identificación de animales portadores de *S. equi* en las bolsas guturales. El cultivo de *S. equi* o su detección mediante métodos moleculares se realiza a partir de hisopados o lavados nasales, material purulento aspirado de abscesos sin fistulizar, y lavados de bolsas guturales. Por otro lado, existen métodos serológicos que permiten estimar el nivel de anticuerpos contra *S. equi* y racionalmente decidir si la vacunación o re-vacunación resulta apropiada. También es un elemento adicional en el diagnóstico de púrpura hemorrágica.

En cuanto al tratamiento, tras la ocurrencia de brotes, los casos sin complicaciones y que se encuentran en los estadios iniciales de la enfermedad pueden ser sometidos a antibioticoterapia (penicilina) con excelentes resultados. En aquellos casos donde se observa abscedación de linfonódulos, la antibioticoterapia no se encuentra recomendada

pues retrasan la fistulización y resolución de los abscesos. En estos casos, el tratamiento tiene como objetivo estimular la maduración y ruptura del absceso mediante la aplicación de compresas calientes. Se recomienda la intervención quirúrgica (drenaje) si estos no drenan espontáneamente. El uso de antiinflamatorios no esteroideos también contribuye en el tratamiento.

En el control y la prevención de brotes de adenitis equina los elementos fundamentales son: la vacunación, la cuarentena y el “screening” de nuevos ingresos, y la aplicación de estrictas medidas de higiene. Las vacunas utilizadas contra *S. equi* incluyen las bacterinas clásicas (vacunas inactivadas) y los extractos de *S. equi* (Weese, 2014), y también una vacuna viva atenuada de administración intranasal autorizada en Estados Unidos. Las bacterinas y extractos de *S. equi* se administran por vía intramuscular o subcutánea y poseen elevada inmunogenicidad, sin embargo, su eficacia a campo es limitada y pueden ocasionar efectos adversos tales como abscedación en el sitio de inyección y desarrollo de púrpura hemorrágica (Weese, 2014; Walker y Timoney, 2002). Aquellos caballos primovacunados requieren de 2 o 3 dosis a un intervalo de 2 semanas y revacunaciones anuales. Se recomienda vacunar a las yeguas gestantes (30 días previos al parto) para promover la inmunidad calostrual. Es importante destacar que la vacunación está contraindicada en caballos previamente infectados o cursando la enfermedad debido al riesgo de desarrollar púrpura hemorrágica. Durante la ocurrencia de brotes de la enfermedad, se recomienda vacunar solamente aquellos animales que no estuvieron en contacto con los caballos enfermos (Sweeney y col., 2005; Weese, 2014). Las bacterinas y extractos de *S. equi* se encuentran disponibles en la Argentina, aunque también se utilizan autovacunas (bacterinas) elaboradas a partir de una o varias cepas aisladas de casos de adenitis en un establecimiento determinado. A pesar de la disponibilidad y del uso de vacunas, la adenitis equina continúa siendo una enfermedad frecuente en las poblaciones equinas de todo el mundo. El control de la infección por *S. equi* depende del uso de la vacunación en conjunto con medidas de bioseguridad, higiene, cuarentena y monitoreo de nuevos ingresos para detectar y tratar (antibioticoterapia) a los portadores.

Neumonía por Rhodococcus equi

La infección por *Rhodococcus equi* (*R. equi*) es endémica en todo el mundo, y constituye la principal causa de neumonía en potrillos entre las 3 semanas y los 6 meses de vida (Cohen y Guiguère, 2009; Hines, 2014a; Wilkins, 2010).

R. equi es una bacteria intracelular, Gram positiva, pleomórfica, aerobia, inmóvil, y saprofítica, con una pared celular rica en ácido micólico que le otorga resistencia en el medio ambiente y en el interior de los macrófagos (principal célula diana), de modo similar a las bacterias del género *Mycobacterium spp.* (Cohen y Guiguére, 2009; Hines, 2014a; Wilkins, 2010; Meijer y Prescott, 2004; Cohen, 2010a). La misma se encuentra comúnmente en el suelo y en la materia fecal equina. Las cepas virulentas de *R. equi* poseen un plásmido bacteriano que codifica para una serie de proteínas asociadas a la virulencia (Vaps), de las cuales VapA es la de mayor importancia. Esta es una lipoproteína de superficie que facilita la replicación de *R. equi* en macrófagos tras el bloqueo de la fusión fagosoma-lisosoma y/o maduración del fagolisosoma. La infiltración de neutrófilos y la migración de macrófagos hacia el sitio de infección producen, consecuentemente, la formación de piogranulomas a nivel pulmonar (Cohen y Guiguére, 2009; Hines, 2014a; Wilkins, 2010; Meijer y Prescott, 2004; Cohen, 2010a; Muscatello, 2012a; Guiguére, 2010a).

R. equi es un habitante saprófito del suelo, donde persiste y multiplica. De este modo, se encuentra ampliamente distribuido y está presente en todo establecimiento de cría de caballos. La prevalencia de la infección por *R. equi* en establecimientos de cría es variable, pudiendo ocurrir de modo esporádico hasta presentarse en forma enzoótica, con prevalencias entre 13 y 25 % y letalidad entre 0 y 30 %, lo que ocasiona graves pérdidas económicas (Hines, 2014a). La seroprevalencia es elevada, y la gran mayoría de los potrillos seroconvierten dentro del mes de vida, pero solo algunos desarrollan la enfermedad (Cohen y Guiguére, 2009; Hines, 2014a; Meijer y Prescott, 2004; Cohen, 2010a; Felipe Flaminio, 2010). Los equinos adultos son portadores del microorganismo con niveles de excreción fecal en el orden de las 10^2 a 10^3 unidades formadoras de colonias [UFC]/g, mientras que los potrillos pueden excretar cantidades superiores, especialmente aquellos con neumonía, constituyendo la principal fuente de contaminación en los establecimientos de cría (Cohen y Guiguére, 2009; Hines, 2014a; Meijer y Prescott, 2004; Cohen, 2010a; Muscatello, 2012a; Chicken y col., 2012). La elevada concentración bacteriana en el polvo, especialmente cuando las condiciones climáticas son templadas, secas y ventosas; hacen de la vía aerógena la principal vía de infección (Muscatello, 2012a). La variable prevalencia se debe a una serie de factores de riesgo vinculados con las características del suelo, del establecimiento, las prácticas de manejo, la medicina preventiva, y de factores asociados al huésped (potrillos) no bien identificados. Factores tales como la elevada densidad de potrillos y yeguas, y el

movimiento de animales desde y hacia el haras demostraron aumentar el riesgo de desarrollo de neumonía por *R. equi*. Las condiciones de estabulación, los altos niveles de excreción bacteriana por la yegua madre, la elevada concentración bacteriana en el ambiente, y la temperatura ambiental templada son también factores predisponentes (Cohen y Guiguére, 2009; Hines, 2007; Meijer y Prescott, 2004; Cohen, 2010a).

Los animales afectados por *R. equi* son los potrillos entre 3 semanas y 6 meses de edad, siendo más frecuente en potrillos con menos de 4 meses de edad. La enfermedad pulmonar (bronconeumonía piogranulomatosa) es la presentación habitual y se caracteriza por un curso insidioso/crónico con desarrollo de abscesos pulmonares aunque también puede haber diseminación hacia otros órganos. Si bien no puede definirse un período de incubación con exactitud, este puede extenderse desde 6 días hasta 2-4 semanas (Cohen y Guiguére, 2009; Hines, 2014a; Wilkins, 2010; Meijer y Prescott, 2004; Muscatello, 2012a; Guiguére, 2010a). En muchos casos, la enfermedad puede ser subclínica o presentar signos leves. Aunque el curso es crónico, una vez que se encuentra afectada una superficie pulmonar amplia, los signos clínicos aparecen de forma aguda (Cohen y Guiguére, 2009; Wilkins, 2010; Hines, 2007; Meijer y Prescott, 2004; Muscatello, 2012a; Guiguére, 2010a). La forma pulmonar se caracteriza por una bronconeumonía piogranulomatosa crónica, con linfadenitis y formación de abscesos en el tejido pulmonar. Los signos clínicos iniciales son hipertermia moderada y/o un leve incremento en la frecuencia respiratoria que, en general, pasa desapercibida salvo durante la ejercitación o en condiciones estresantes. A medida que la enfermedad progresa, los signos incluyen fiebre, depresión, anorexia, taquipnea, y disnea, con un marcado esfuerzo abdominal y dilatación de los ollares. La tos y la descarga nasal no siempre están presentes. A la auscultación torácica, pueden percibirse crujidos y sibilancias. Si los sonidos pulmonares se encuentran reducidos en intensidad o si únicamente se ausculta el sonido laringotraqueobronquial, esto es indicativo de consolidación pulmonar. Los potrillos cursando la infección presentan leucocitosis con neutrofilia con o sin monocitosis e hiperfibrinogenemia (Cohen y Guiguére, 2009; Wilkins, 2010; Hines, 2007; Meijer y Prescott, 2004; Muscatello, 2012a; Guiguére, 2010a).

Las presentaciones extrapulmonares son frecuentes, y se observan en el 74 % de los casos. Considerando la enfermedad digestiva, ésta se observa en aproximadamente el 50 % de los casos de bronconeumonía. *R. equi* puede provocar enterocolitis, tiflitis, linfadenitis mesentérica, abscesos abdominales y peritonitis. Los signos clínicos asociados a esta presentación son habitualmente cólico y diarrea, y en algunos casos se observa la pérdida

de peso (Cohen y Guiguére, 2009; Wilkins, 2010; Hines, 2007; Meijer y Prescott, 2004; Muscatello, 2012a; Guiguére, 2010a). La diseminación bacteriana desde los pulmones o tracto gastrointestinal puede ocasionalmente provocar artritis séptica y osteomielitis (Cohen y Guiguére, 2009; Wilkins, 2010; Hines, 2007; Meijer y Prescott, 2004; Muscatello, 2012a; Guiguére, 2010a). Por otro lado, puede desarrollarse una polisinovitis aséptica inmunomediada (hipersensibilidad tipo III por depósito de inmunocomplejos), que afecta particularmente a las articulaciones del tarso y patelar. Se observa efusión articular variable, con ausencia o leve claudicación. Esta presentación se observa en el 25-30 % de los casos. Otras presentaciones poco comunes son uveítis, placentitis, aborto y otras (Cohen y Guiguére, 2009; Wilkins, 2010; Hines, 2007; Meijer y Prescott, 2004; Muscatello, 2012a; Guiguére, 2010a). En los caballos adultos, las infecciones por *R. equi* son poco comunes ya que esta categoría es resistente a la infección, y su presentación se limita a animales inmunocomprometidos. La forma pulmonar es la más común al igual que en los potrillos (Hines, 2007).

Las muestras adecuadas para el diagnóstico etiológico son aspirados transtraqueales y lavajes broncoalveolares (BAL) obtenidos de manera estéril. A partir de los mismos puede realizarse el cultivo bacteriológico en medios apropiados (gold standard) o la detección del gen que codifica para VapA mediante PCR (Cohen y Guiguére, 2009; Hines, 2007; Guiguére, 2010a; Muscatello, 2012b). Si bien las pruebas serológicas disponibles (inmunodifusión y ELISA) se utilizan para evaluar niveles de anticuerpos en suero de potrillos, de yeguas gestantes, calostro o plasma hiperinmune, no son útiles para el diagnóstico de *R. equi* pues no permiten diferenciar los potrillos enfermos de aquellos infectados pero clínicamente sanos (Cohen y Guiguére, 2009; Hines, 2007; Guiguére, 2010a; Muscatello, 2012b). El uso de métodos complementarios como la ultrasonografía o radiografía torácica, permiten la detección rápida de lesiones en el parénquima pulmonar sugestivas de neumonía por *R. equi* y, por ende, posibilitan dar inicio a la terapia apropiada inmediatamente (Cohen y Guiguére, 2009; Hines, 2007; Guiguére, 2010a; Muscatello, 2012b; Ferrari y col., 2012).

El tratamiento resulta costoso y requiere del uso de antibióticos que presenten una buena penetración tisular y celular, y sean activos en condiciones ácidas (fagolisosoma). De este modo, habitualmente se utiliza una combinación de macrólidos (eritromicina, azitromicina o claritromicina) y rifampicina. Estos antibióticos poseen una buena penetración celular y se concentran específicamente en el interior de granulocitos y macrófagos. Por otro lado, la combinación de macrólidos y rifampicina ofrece sinergismo

y evita el desarrollo de resistencia por *R. equi*, lo que es un evento comúnmente observado al utilizar estos grupos de antibióticos en forma de monodroga (Cohen y Guiguére, 2009; Wilkins, 2010; Hines, 2007; Guiguére, 2010a; Muscatello, 2012b; Guiguére, 2010b). La terapia puede acompañarse con el uso de broncodilatadores, antiinflamatorios no esteroideos y plasma hiperinmune (Cohen y Guiguére, 2009; Wilkins, 2010; Hines, 2007; Guiguére, 2010a; Muscatello, 2012b; Ferrari y col., 2012; Guiguére, 2010b). La terapia antibiótica instaurada a potrillos subclínicamente infectados con el objetivo de prevenir la mortalidad es una práctica común en establecimientos donde la enfermedad es endémica. Dicha práctica ha facilitado el surgimiento de cepas de *R. equi* resistentes al uso de macrólidos y rifampicina (Burton y col., 2012). El pronóstico es reservado. La sobrevida es del 60 al 90 % de los potrillos enfermos y tratados, aunque la letalidad aumenta en casos complicados (Hines, 2007).

Las medidas de control se basan en el manejo, la detección temprana de potrillos enfermos, y en los planes de inmunización pasiva contra *R. equi* (Cohen y Guiguére, 2009; Wilkins, 2010; Hines, 2007; Muscatello, 2012b; Ferrari y col., 2012; Cohen, 2010b). En cuanto al manejo, se recomienda reducir la densidad poblacional de yeguas y potrillos mediante la constitución de grupos pequeños. En el caso de potrillos infectados, el aislamiento y la correcta eliminación de la materia fecal contribuirán a evitar la contaminación ambiental masiva. Por otro lado, debe evitarse el confinamiento en las caballerizas, y asegurar una correcta ventilación de las mismas para reducir la carga bacteriana en el aire (Cohen y Guiguére, 2009; Wilkins, 2010; Hines, 2007; Muscatello, 2012b; Ferrari y col., 2012; Cohen, 2010b). La detección temprana de los potrillos enfermos es una herramienta fundamental en el control de la enfermedad, y vital para el tratamiento a tiempo, evitando los casos letales. Para ello, se realiza un monitoreo de temperatura rectal (diario), leucograma y fibrinogenemia (en casos de hipertermia), y ultrasonografía torácica cada 10-14 días (Cohen y Guiguére, 2009; Wilkins, 2010; Hines, 2007; Muscatello, 2012b; Ferrari y col., 2012; Cohen, 2010b).

Respecto de la eficacia de las vacunas, existe gran controversia, en Argentina, se dispone de una vacuna con antígenos solubles (VapA, antígenos capsulares, exoenzimas y ácido micólico) que se administra a las yeguas gestantes con el objetivo de inducir inmunidad calostrual (Becu y col., 1997). Se recomienda administrar 2 o 3 dosis (45, 30 y 15 días) antes del parto para garantizar una apropiada inmunidad calostrual. Con este programa de vacunación, el 86% de los potrillos nacidos de yeguas inmunizadas presentan altas concentraciones de anticuerpos anti-*R. equi*, con una reducción de la mortalidad de un

3% a un 1,2%, y de la morbilidad entre 50 y 71%, respectivamente (Becu y col., 1997). Por otro lado, la inmunización pasiva del potrillo es una práctica común que puede realizarse mediante la administración de plasma hiperinmune proveniente de animales vacunados que presenten altos títulos de anticuerpos contra *R. equi*. Los efectos combinados de la vacunación de yeguas gestantes y de la administración temprana de plasma hiperinmune contribuye a reducir la mortalidad asociada a *R. equi* (Becu y col., 1997).

Leptospirosis (Leptospira interrogans)

La leptospirosis es una enfermedad bacteriana zoonótica de distribución mundial ocasionada por espiroquetas del género *Leptospira spp.* que afecta a animales domésticos y silvestres, y es de gran relevancia para la salud pública (Verma y col., 2013; Hines, 2014b; Bernard, 1993; Levett, 2001). En el equino, la presentación clínica de la leptospirosis se asocia frecuentemente a la ocurrencia de abortos y uveítis recurrente.

Las leptospiras presentan un periplasma helicoidal y se clasifican morfológicamente como espiroquetas. Estas son sumamente móviles gracias a la presencia de dos filamentos axiales (flagelos) y su pared celular posee una estructura similar a la de otros microorganismos Gram negativos. Son microorganismos aerobios obligados que requieren de condiciones de cultivo muy especiales para su multiplicación en el laboratorio. *Leptospira interrogans (L. interrogans)* reúne a las leptospiras patógenas, que a su vez se agrupan en serogrupos y serovares de acuerdo a su relación antigénica y en “genomoespecies” en base a su homología genómica (Hines, 2014b; Bernard, 1993; Levett, 2001).

El mantenimiento de *L. interrogans* en la naturaleza se asocia a animales subclínicamente infectados (reservorios) que excretan leptospiras a través de la orina por períodos prolongados de tiempo. Estos reservorios incluyen principalmente animales silvestres (roedores, entre otros) pero también domésticos. A diferencia de los reservorios, los huéspedes accidentales (el hombre y los animales domésticos) frecuentemente desarrollan enfermedad clínica asociada a la infección. El equino se considera huésped accidental para la mayoría de los serovares, con excepción de *L. interrogans* serovar Bratislava para la cual actúa como reservorio. Si bien la principal fuente de contaminación ambiental la constituye la orina, los fluidos y tejidos fetales, placenta y leche proveniente de animales infectados constituyen también fuentes de infección. La seroprevalencia en

equinos (en Estados Unidos) es elevada, principalmente frente a los serovares Pomona, Bratislava, Icterohaemorrhagiae, Ballum y Grippotyphosa, y se asocia con campos inundables o crianza de caballos en establecimientos mixtos y de características intensivas. La vía de entrada más frecuente es a través de membranas mucosas, abrasiones cutáneas, o zonas de piel húmedas y blandas (Verma y col., 2013; Hines, 2014b; Bernard, 1993; Levett, 2001).

En los equinos, la enfermedad se encuentra estrechamente asociada a la ocurrencia de abortos, uveítis recurrente y, raramente, a enfermedad renal y hepática (Verma y col., 2013; Hines, 2014b; Bernard, 1993), siendo el serovar Pomona el más frecuentemente detectado en Norteamérica (Verma y col., 2013; Hines, 2014b; Divers y Chang, 2009). La leptospiremia post-infección se observa 4-10 días post-infección y da lugar a la invasión de tejidos reproductivos, con muerte embrionaria, abortos, o nacimiento de potrillos muertos o débiles. Los abortos por *L. interrogans* ocurren sin signos premonitorios, entre mediados y fines de la gestación, con lesiones placentarias típicas de una placentitis hematógena (placenta engrosada, edematosa, y hemorrágica), y las yeguas infectadas pueden excretar leptospiras en orina por unas 14 semanas (Verma y col., 2013; Hines, 2014b). Este microorganismo también puede ocasionar uveítis recurrente (ceguera de la luna u oftalmía periódica), un proceso inmuno-mediado de curso generalmente crónico, que se desarrolla meses post-infección, caracterizado por miosis, blefarospasmo, fotofobia, edema de córnea, que progresan hacia la formación de sinequias, cataratas, coriorretinitis con alteración del color del iris, y finalmente ceguera (Verma y col., 2013; Verma y Stevenson, 2012; Verma y col., 2005; Verma y col., 2010).

El diagnóstico de laboratorio consiste en la detección directa de *L. interrogans* mediante microscopía de campo oscuro o inmunofluorescencia directa de muestras de fluidos (sangre, orina, leche), improntas o macerados de tejidos. También es posible la detección de leptospiras mediante el uso de tinciones especiales (impregnación argéntica o tinción de Warthin-Starry) en cortes de tejidos. Si bien el cultivo es considerado la prueba de oro, este es difícil, requiere de muestras recolectadas y enviadas en condiciones apropiadas, y puede requerir de 4 a 6 meses. El uso de métodos moleculares (PCR) posibilita la detección rápida de *L. interrogans* a partir de cualquier tipo de muestra. En cuanto a los métodos serológicos (test de microaglutinación [MAT]), como en otros casos, estos posibilitan identificar la infección de modo indirecto mediante la detección de un incremento en el título de anticuerpos específicos en muestras pareadas de suero. La confirmación de casos de uveítis recurrente son los que ofrecen las mayores dificultades

diagnósticas. Al momento de desarrollo de esta condición, la bacteremia ha resuelto completamente y el uso de métodos serológicos no resulta ser definitivo debido a que la seroprevalencia de *L. interrogans* es elevada.

Para el tratamiento se utilizan antibióticos como penicilina, oxitetraciclina, estreptomicina o dihidroestreptomicina.

El control y la prevención de la leptospirosis consiste principalmente en limitar aquellos factores de riesgo y exposición como, por ejemplo, evitar mantener animales en zonas inundables, controlar los reservorios (principalmente roedores), el uso y limpieza rutinaria de comederos y bebederos, el manejo apropiado de casos de aborto (aislamiento del animal afectado, desinfección y remisión de muestras para diagnóstico de laboratorio), y monitorear los títulos de anticuerpos en yeguas gestantes y aplicar el tratamiento apropiado en casos necesarios. La vacunación ha sido ampliamente utilizada para la prevención de leptospirosis en caninos y bovinos, (Verma y col., 2013; Hines, 2014b) y en noviembre de 2015, se incorporó una bacteria monovalente que contiene *L. interrogans* serovar Pomona para su utilización en equinos en los Estados Unidos (Velineni y Timoney, 2016; Boggs, 2015). La primovacunación requiere la administración de 2 dosis separadas por 3 a 4 semanas, con revacunaciones anuales. Por el momento, esta vacuna no se encuentra disponible en la Argentina.

Aborto paratífico equino (Salmonella enterica subesp. enterica serovar Abortus equi)

Salmonella enterica subesp. *enterica* serovar Abortusequi (*S. Abortus equi*) es el agente causal del aborto paratífico en yeguas y, ocasionalmente, septicemia y poliartritis en potrillos (Buigues y col., 2012; Hernandez y col., 2014). *S. Abortus equi* es un bacilo Gram negativo, anaerobio facultativo, móvil, y no esporulado específico del equino (Hernandez y col., 2014; Uzzau y col., 2000). En poblaciones susceptibles, la ocurrencia de abortos sucede sin signos premonitorios y puede alcanzar incidencias superiores al 40% ocasionando pérdidas económicas significativas (Buigues y col., 2012; Llorente y col., 2016; Madic y col., 1997). El aborto ocurre frecuentemente entre los 7 y 8 meses de la gestación, y ha sido inicialmente descrito en Estados Unidos en 1893, país del que ha sido erradicado, no registrándose casos desde 1950. La infección ha sido descrita en Italia, Croacia, Japón y, recientemente, se registra su re-emergencia en Argentina a partir de 2011, con numerosos brotes sobre todo en yeguas de polo (Buigues y col., 2012; Llorente y col., 2016; Madic y col., 1997; Bustos y col., 2016; Di Gennaro y col., 2012;

Akiba y col., 2003; Niwa y col., 2016). La existencia de animales portadores de *S. Abortus equi* que diseminan el microorganismo por materia fecal constituiría la principal fuente de infección (Madic y col., 1997; Niwa y col., 2016). La transmisión es fecal-oral de modo directo o indirecto a través de alimentos y/o agua contaminada. El diagnóstico etiológico se realiza mediante cultivo bacteriológico o por métodos de detección molecular (PCR) a partir de muestras de tejido o líquido estomacal obtenido de modo estéril de fetos abortados. En el caso de presentarse abortos por *S. Abortus equi* en yeguas preñadas se recomienda el tratamiento con antibióticos (Sulfa-Trimetoprin-Gentamicina) a todas las yeguas gestantes del grupo afectado.

La vacunación para la prevención del aborto paratífico en yeguas preñadas ha sido y es utilizada en diversos países del mundo incluyendo a la Argentina. En nuestro país se comercializan bacterinas mono y polivalentes que incluyen a *S. Abortus equi*. En general, se administran 3 dosis durante la gestación. Además, se utilizan autovacunas conteniendo aislamientos de establecimientos específicos con buenos resultados (Ivanissevich, A., comunicación personal). Si bien no existen estudios de eficacia, se estima que la protección se encuentra asociada al desarrollo de altos títulos de anticuerpos séricos, los cuales pueden ser cuantificados mediante la prueba de aglutinación en tubo. Otros métodos de prevención incluyen medidas básicas de higiene y bioseguridad, el uso de comederos y bebederos higienizados frecuentemente, la recolección de materia fecal como así también evitar su contacto con fuentes de alimento y agua.

Metritis Contagiosa Equina (Taylorella equigenitalis)

La Metritis Contagiosa Equina (MCE) es una enfermedad bacteriana, no sistémica, del aparato reproductor, que provoca signos clínicos en la yegua pero no en el padrillo infectado. Fue descrita por primera vez en el Reino Unido en 1977, donde se produjo un brote de la enfermedad en yeguas caracterizado por secreción vaginal mucopurulenta, cervicitis y endometritis con la consecuente infertilidad temporal. Las características clínicas junto con su elevado potencial de contagio y diseminación hacen que muchos países impongan requisitos sanitarios rigurosos sobre la importación de caballos destinados a uso reproductivo.

La MCE es causada por la bacteria *Taylorella equigenitalis* (*T. equigenitalis*), un cocobacilo, inmóvil y Gram negativo. Este microorganismo es microaerófilo, de crecimiento lento (3-4 días en agar sangre, hasta 7 días), y requiere medios de crecimiento enriquecidos. Esta bacteria normalmente coloniza el seno y fosa del clítoris, vagina,

cérvix y endometrio en la yegua; y la superficie del pene, prepucio, seno uretral, proceso uretral y *fossa glandis* en el padrillo.

La MCE es una enfermedad de transmisión venérea directa a través del servicio natural o de la inseminación artificial mediante el uso de semen contaminado, ya sea fresco, refrigerado o congelado proveniente de un padrillo portador. La bacteria puede sobrevivir en fómites y en el instrumental habitualmente utilizado en las maniobras reproductivas. Elementos como vaginas artificiales, espéculos, sondas para realizar lavajes uterinos, y otros que no fueron correctamente desinfectados son una importante fuente de infección. La enfermedad tiene alta morbilidad, y prácticamente toda yegua que es servida por un padrillo portador se infecta, produciendo, de este modo, brotes epidémicos de endometritis aguda. La principal fuente de infección es el padrillo infectado que se mantiene como portador asintomático por períodos de tiempo variables (meses a años). En el padrillo infectado, *T. equigenitalis* coloniza la superficie del pene, el seno uretral y el esmegma prepucial. Las yeguas infectadas también pueden permanecer como portadoras asintomáticas, tras la colonización bacteriana del seno y fosa del clítoris. Por otro lado, los potrillos nacidos de yeguas infectadas pueden permanecer como portadores asintomáticos durante períodos extensos de tiempo. La respuesta inmune frente a la enfermedad es débil, y por ende las reinfecciones son frecuentes.

Es una enfermedad endémica en Europa, y a partir de 1977 ha sido detectada en más de 29 países incluyendo algunos de Norteamérica y Sudamérica, Japón y Australia. El primer brote de la enfermedad descrito en Estados Unidos se produjo en Kentucky (1978), afectando severamente a la industria del SPC. Este brote se produjo tras la importación de 2 padrillos portadores desde Francia, y se estima que las pérdidas económicas fueron de U\$S13,5 millones. La MCE es una enfermedad exótica en la Argentina, y no se han registrado brotes hasta el momento. La MCE es una enfermedad de notificación obligatoria a las autoridades sanitarias locales (SENASA) y a la OIE.

En la yegua, la reacción inflamatoria se inicia en las 24hs posteriores a la infección, pero los signos clínicos son evidentes a partir de los 2 a 14 días posteriores al servicio. *T. equigenitalis* produce una endometritis, cervicitis y vaginitis aguda con infertilidad temporal (fallas en la concepción); o en algunas ocasiones puede provocar una infección subclínica. Se caracteriza por una descarga vaginal mucopurulenta, que puede ser escasa a copiosa, y que se inicia a los 2 días post-servicio y se extiende habitualmente por un período de 14 días. La descarga vaginal cesa luego de 10 a 14 días, pero la infección puede persistir por meses (portador). Las fallas en la concepción se deben, por un lado, al

proceso inflamatorio en el tracto reproductor, y además por la luteólisis prematura con acortamiento del diestro. En algunos casos, el acortamiento del diestro es el único signo clínico presente. Sin embargo, algunas yeguas infectadas pueden resolver la endometritis rápidamente y mantener la gestación.

El diagnóstico consiste en el cultivo bacteriológico en medios selectivos apropiados, y PCR para la detección del genoma bacteriano. Las muestras apropiadas para el diagnóstico de MCE son las obtenidas a partir de hisopados de la zona genital tanto en padrillos como en hembras. En el padrillo, se obtienen muestras de hisopados del seno uretral, proceso uretral, *fossa glandis*, superficie del pene y prepucio, y fluido pre-eyaculatorio. En el caso de la yegua, se deben realizar hisopados del seno y fosa del clítoris junto con hisopados endometriales. Las muestras obtenidas se colocan en medio de transporte Amies refrigerado (que contiene carbón activado para adsorber otros metabolitos bacterianos que puedan inhibir el crecimiento de *T. equigenitalis*). Los animales deben estar sin tratamiento antibiótico, por al menos 7 días previos, en el caso de antibioticoterapia sistémica, o 21 días en el caso de antibioticoterapia local. En países donde la enfermedad es endémica, se recomienda realizar el diagnóstico al inicio de la temporada reproductiva, obteniendo 2 muestras separadas por 7 días. En el caso de las cuarentenas de importación, se deben realizar 3 hisopados con 3 días de intervalo, con resultado negativo tanto en yeguas como en padrillos.

Con respecto al tratamiento, en los padrillos positivos a *T. equigenitalis* deben realizarse lavajes diarios del pene con agua y jabón neutro, eliminando el esmegma, junto con la aplicación de clorhexidina al 4 % y nitrofurazona durante 5 días. En la yegua infectada, el tratamiento consiste en lavajes uterinos diarios con ampicilina o gentamicina por 3-5 días junto con antibioticoterapia sistémica con trimetoprim-sulfametoxazol por vía oral durante 5 días (optativo). Se deben realizar también lavajes diarios del clítoris con clorhexidina al 4 % junto con la aplicación de nitrofurazona por 5 días. Si la yegua no se libera de la infección, la clitorectomía es un posible recurso. Para corroborar que el tratamiento fue eficiente, se deben retestear a los 21 días post-tratamiento, realizando 3 hisopados separados por un intervalo de 3 a 7 días. Si los 3 hisopados resultan negativos, el tratamiento fue eficaz.

No existe una vacuna disponible para la prevención de la MCE. El control de la enfermedad se basa en la prevención de la transmisión a través del riguroso control durante la cuarentena, de la correcta desinfección de materiales utilizados con fines reproductivos, y del tratamiento de los animales infectados.

Tétanos y Botulismo (Clostridium tetani y Clostridium botulinum)

El tétanos y el botulismo son enfermedades clostridiales ocasionadas por *Clostridium tetani* (*C. tetani*) y *Clostridium botulinum* (*C. botulinum*), respectivamente. El género *Clostridium* incluye bacilos Gram positivos, anaerobios estrictos, saprofitos, y generadores de esporas que resisten condiciones ambientales adversas por extensos períodos de tiempo. Tanto *C. tetani* como *C. botulinum* se caracterizan por la producción de neurotoxinas responsables de los signos clínicos (Wilkins, 2014; Galey, 2001; MacKay, 2014).

La infección por *C. tetani* se encuentra principalmente asociada a la contaminación de heridas penetrantes y quirúrgicas con esporas bacterianas, las cuales se encuentran contaminando el suelo. Dichas heridas ofrecen las condiciones anaeróbicas propicias para su germinación y producción de exotoxinas. *C. tetani* produce dos toxinas codificadas en un plásmido bacteriano: la tetanolisina, que ocasiona daño tisular y reducción del potencial redox favoreciendo la proliferación bacteriana, y la tetanospasmina, potente neurotoxina que ingresa a la circulación sanguínea, alcanza las terminales nerviosas periféricas, y es transportada mediante transporte axonal retrógrado dentro del sistema nervioso central. La tetanospasmina actúa en las terminales presinápticas ocasionando la inhibición irreversible de las interneuronas inhibitorias mediante el bloqueo de la liberación de los neurotransmisores inhibitorios, glicina y ácido gamma amino butírico (GABA), lo que produce la continua excitación de motoneuronas alfa. Clínicamente se observa parálisis espasmódica de músculos voluntarios (rigidez muscular) en general luego de un período de incubación variable (1 a 60 días, comúnmente 7 a 21 días post-infección), seguido por disfunción autonómica. Se observa rigidez de músculos de cabeza y cuello, trismo mandibular, rigidez facial (risa sardónica), prolapso de tercer párpado, y rigidez del cuello con extensión del mismo. Los espasmos musculares tónicos se inician unos pocos días después de observada la rigidez muscular, y también puede observarse disfagia, marcha rígida, hipersensibilidad y fotofobia, extensión cabeza-cola. En general, el tétanos evoluciona hacia el decúbito, con parálisis de músculos respiratorios y desenlace fatal (MacKay, 2014; Green y col., 1994). Para el diagnóstico se tienen en cuenta los signos clínicos y la historia de vacunación. Debido a su período de incubación variable, muchas veces no se observan heridas abiertas al momento de presentarse los signos clínicos. El tratamiento debe contemplar la ubicación del animal en un lugar tranquilo sin estímulos externos, el uso de relajantes musculares, la aplicación de suero

antitetánico, y el uso de antibióticos (penicilina o metronidazol) junto con la terapia de soporte, especialmente en animales que no pueden comer o beber deben aplicarse fluidos por vía intravenosa y nutrición enteral.

A diferencia del tétanos, el botulismo se debe al consumo de la toxina botulínica presente en alimentos contaminados, en especial forrajes en descomposición o contaminados con materia de origen animal en descomposición que favorecen la germinación de las esporas bacterianas y producción de la toxina. En potrillos, la enfermedad está frecuentemente asociada al consumo y germinación de esporas en el tracto intestinal con producción y posterior absorción de la toxina. Si bien en el equino el botulismo se produce por las toxinas producidas por *C. botulinum* tipos A, B, C y D, los tipos B y C son los prevalentes en Estados Unidos. Si bien la ocurrencia de botulismo en equinos de nuestro país no ha sido descrita, la región Mesopotámica constituye la principal zona de ocurrencia de esta enfermedad en bovinos (Robles, 1998). Luego de la ingestión y absorción de la toxina botulínica, ésta se une específicamente a terminales nerviosas colinérgicas y, luego de su internalización, bloquea la liberación de vesículas presinápticas reteniendo el neurotransmisor acetilcolina en la unión neuromuscular. Clínicamente se caracteriza por parálisis muscular flácida, con falta de tono de la lengua y cola, disfagia asociada a parálisis faríngea, y tetraparesia progresiva. La aparición de signos clínicos ocurre pocas horas a días luego de la ingestión de la toxina. La intoxicación es fatal debido a la parálisis de músculos respiratorios, y los animales afectados rápidamente entran en decúbito con posterior muerte. En potrillos, ocasiona el síndrome del potrillo temblón y el rango de susceptibilidad se extiende desde las 2 semanas hasta los 8 meses de edad (Wilkins, 2014; Wichtel y Whitlock, 1991; Wilkins y Palmer, 2003). El diagnóstico se basa en la presentación clínica y la historia de vacunación, aunque la toxina botulínica puede detectarse en materia fecal o alimentos contaminados mediante ELISA, por ejemplo. El tratamiento es de soporte y debería incluir la administración de antisuero específico (antitoxina).

La exitosa prevención del tétanos, tanto en equinos como en otras especies animales incluyendo el hombre, se debe a la utilización del toxoide tetánico (MacKay, 2014). El toxoide tetánico se comercializa en formulaciones monovalentes o polivalentes, combinado con otros agentes tales como VIE, virus de la EEE, EEO, EEV, VNO, entre otros, y existe un gran número de laboratorios productores. La vacunación con toxoide tetánico es considerada “núcleo” en el plan sanitario equino según las recomendaciones de la AAEP. En caballos primovacunados, se administran 2 dosis separadas por un

intervalo de 4 a 6 semanas, con revacunación anual. En caso de heridas profundas o quirúrgicas, se recomienda la revacunación inmediata. La vacunación de yeguas gestantes es segura, se administra una dosis de toxoide tetánico 4 a 6 semanas previas al parto en aquellas yeguas previamente inmunizadas para garantizar niveles de inmunidad calostrual apropiados (Wilson y col., 2001). En yeguas gestantes que nunca han sido vacunadas, se administran 2 dosis separadas por 4 a 6 semanas, seguido de una tercera dosis 4 a 6 semanas previas al parto. En el caso de potrillos nacidos de yeguas inmunizadas, se inicia la vacunación a los 6 meses de edad para evitar interferencia con la inmunidad maternal y se administran 3 dosis separadas por 4 a 6 semanas, siendo la última a los 10 a 12 meses de edad. En potrillos nacidos de yeguas no inmunizadas se administran 2 dosis a los 4 y 5 meses de vida (AAEP).

Con respecto a la prevención del botulismo mediante la utilización de vacunas, existen únicamente dos tipos de vacunas autorizadas para equinos (Frey y col., 2007); en Estados Unidos, un toxoide monovalente derivado de *C. botulinum* tipo B, y en Sudáfrica y Argentina, uno derivado de *C. botulinum* tipos C y D. Su administración se evalúa de acuerdo al riesgo, y se encuentra principalmente indicada en potrillos (síndrome del potrillo temblón) ocasionado por *C. botulinum* tipo B especialmente en Kentucky y otros estados de la costa este de Estados Unidos (Wilkins, 2014). En áreas de alto riesgo se recomienda vacunar a las yeguas gestantes con 3 dosis a intervalos de 4 semanas (8, 9, y 10 meses de gestación) y en yeguas previamente inmunizadas, una dosis 4 a 6 semanas previas al parto. En el caso de potrillos nacidos de yeguas inmunizadas y en zonas de alto riesgo, administrar 3 dosis de toxoide separadas por 4 semanas a partir de los 2 o 3 meses de edad; en los nacidos de yeguas no inmunizadas comenzar a vacunar a partir del primer mes de vida. Otras categorías de équidos deben vacunarse en base al riesgo (Wilkins, 2014; AAEP).

Enteropatía proliferativa equina (*Lawsonia intracellularis*)

La enteropatía proliferativa equina (EPE) es una enfermedad intestinal emergente caracterizada por el engrosamiento de la pared del intestino delgado y asociada a diarrea, pérdida progresiva de peso y desarrollo de edemas. La EPE es causada por *Lawsonia intracellularis* (*L. intracellularis*), una bacteria Gram negativa e intracelular, con un amplio rango de huéspedes incluyendo al caballo, cerdo, hámster, conejo, entre otros. *L. intracellularis* posee requerimientos muy específicos para su crecimiento *in vitro*.

La EPE es una enfermedad recientemente reconocida, con características emergentes, y que generalmente afecta a potrillos luego del destete. Si bien la fuente de infección para el equino no ha sido identificada aún, se cree que el contacto con materia fecal de cerdos infectados u otros reservorios de *L. intracellularis* (roedores) podrían constituir dicha fuente. La ruta de transmisión es fecal-oral, y se cree que luego de la exposición con materia fecal contaminada proveniente de los potenciales reservorios (cerdos y/o roedores), los potrillos infectados actuarían como huéspedes amplificadores, contaminando el ambiente y favoreciendo la transmisión a otros potrillos susceptibles. En potrillos infectados, la excreción de *L. intracellularis* se inicia entre 10 y 14 días post-infección, y su duración puede extenderse entre 17 y 27 días.

La enfermedad se manifiesta en potrillos de menos de 1 año de edad, especialmente luego del destete. Los signos clínicos se asocian a la hiperplasia intestinal y se caracterizan por letargia, anorexia, fiebre, edemas, pérdida de peso, cólico y diarrea. La diarrea puede ser acuosa o de aspecto pastoso. Algunos casos inclusive se presentan sin diarrea. Pueden observarse algunos casos subclínicos, que solamente se caracterizan por una reducción en la ganancia de peso diaria comparada con otros potrillos saludables. El hallazgo de laboratorio consistentemente observado es la hipoproteinemia (hipoalbuminemia).

El diagnóstico se basa en los hallazgos clínicos, la edad del animal, los niveles de proteína total en sangre, junto con la presencia de engrosamiento de la pared intestinal mediante evaluación ultrasonográfica. Debido a que el cultivo de *L. intracellularis* es difícil, el diagnóstico confirmatorio se realiza por métodos moleculares (PCR) en muestras de materia fecal. El diagnóstico post-mortem se basa en los hallazgos histopatológicos (adenomatosis proliferativa asociada a la hiperplasia de enterocitos, particularmente en el íleon) junto con la identificación de la bacteria mediante inmunohistoquímica o mediante impregnación argéntica (tinción de Warthin-Starry).

El tratamiento debe iniciarse lo antes posible, previo al desarrollo de cambios significativos en la mucosa intestinal. Este incluye el uso de antimicrobianos (macrólidos que pueden ser combinados con rifampicina, cloranfenicol, oxitetraciclina o doxiciclina). La terapia de soporte, incluyendo fluidos intravenosos y transfusiones de plasma también son necesarios. Dicho tratamiento es generalmente eficaz.

Actualmente, no existen vacunas disponibles para la prevención de EPE en equinos, sin embargo, las vacunas utilizadas en cerdos fueron evaluadas con cierto éxito. Los métodos de prevención se basan en el monitoreo clínico de los potrillos y determinación de los niveles de proteína totales en sangre de modo mensual o bimestral. Si la enfermedad es

detectada, los animales afectados deben ser aislados, tratados inmediatamente y deben aplicarse medidas de higiene/bioseguridad.

Muermo (*Burkholderia mallei*)

El muermo es una de las enfermedades infecciosas del equino de más larga data en la historia de la humanidad. Es una enfermedad contagiosa y zoonótica, causada por la bacteria *Burkholderia mallei* (*B. mallei*). *B. mallei* es un bacilo Gram negativo, aeróbico, inmóvil, y capsulado. Dicho microorganismo es clasificado como un “agente selecto” por el “Center for Disease Control and Prevention” (CDC) de los Estados Unidos, y puede ser manipulado únicamente en laboratorios de elevada bioseguridad (nivel de bioseguridad 3) (Kettle y Nicoletti, 2014). Si bien *B. mallei* puede infectar una diversidad de especies animales, los principales huéspedes son los équidos (caballos, burros y mulas). Mientras los burros y mulas frecuentemente manifiestan la forma aguda de la enfermedad, los caballos desarrollan la forma crónica y actúan como los principales reservorios de *B. mallei*, excretando el microorganismo de modo constante o intermitente. La principal vía de transmisión es por contacto directo con secreciones respiratorias o exudados derivados de lesiones cutáneas provenientes de animales infectados o fomites. La ruta de entrada de *B. mallei* es a través de abrasiones cutáneas o membranas mucosas, o de la vía respiratoria. Otras rutas alternativas incluyen la transmisión venérea y vertical, por la ingestión de alimentos o agua contaminada (Kettle y Nicoletti, 2014; Khan y col., 2013; Wernery, 2009; The Center for Food Security & Public Health, 2018). El muermo ha sido reconocido como una enfermedad de los équidos por siglos, pero a través de programas nacionales de control e intervención, su prevalencia mundial ha sido reducida significativamente. Actualmente, la ocurrencia de muermo se encuentra restringida geográficamente a países de Europa del Este, Medio Oriente, Asia, norte de Africa y Sudamérica (The Center for Food Security & Public Health, 2018; Mota y col., 2010). La misma es de carácter exótico en la Argentina y en diversos países del mundo. Su ocurrencia es de notificación obligatoria a las autoridades sanitarias nacionales y a la OIE. El muermo se caracteriza clínicamente por el desarrollo de lesiones nodulares y ulcerativas en la piel y membranas mucosas luego de un período de incubación variable (días a meses). Se reconocen 3 formas clínicas de la enfermedad: nasal, pulmonar y cutánea. La enfermedad puede tener un curso agudo (generalmente observado en burros) o crónico (comúnmente en caballos dentro de áreas endémicas). La presentación aguda está caracterizada por el desarrollo de la forma nasal o pulmonar, y los signos clínicos

incluyen fiebre, desarrollo de lesiones nodulares ulcerativas en pasajes nasales, disminución del apetito, pérdida de peso, depresión, tos y disnea progresiva. El desarrollo de abscesos pulmonares y bronconeumonía son hallazgos comunes. Dichos casos poseen un desenlace fatal en pocos días o pocas semanas post-infección. La presentación crónica del muermo es de desarrollo insidioso y puede durar meses a años. Se encuentra clínicamente caracterizada por la forma cutánea, con desarrollo de lesiones nodulares que pronto ulceran con períodos de exacerbación y debilitamiento general progresivo. Inicialmente, los signos clínicos son leves, con fiebre baja e intermitente, pero la progresión de las lesiones lleva a debilitamiento generalizado y emaciación, con tos intermitente. Los animales infectados pueden a su vez presentar inflamación de articulaciones de miembros posteriores y claudicación, hematuria, poliuria, diarrea, epistaxis y orquitis. Estos también pueden desarrollar signos de la forma nasal y cutánea, y la aparición de bronconeumonía es comúnmente observada (Kettle y Nicoletti, 2014; Khan y col., 2013; Wernery, 2009; The Center for Food Security & Public Health, 2018). Debido a que los programas de control de muermo en áreas donde la enfermedad es exótica consisten en la detección y eliminación de los animales infectados, su tratamiento no está permitido.

El diagnóstico requiere del cultivo de *B. mallei* a partir de muestras de tejido. Sin embargo, existen métodos serológicos y pruebas de hipersensibilidad retardada (prueba de la maleína) que posibilitan la detección de animales infectados (seropositivos). Entre los métodos serológicos, la fijación del complemento constituye el método prescrito por la OIE para el movimiento internacional de caballos (World Organisation for Animal Health (OIE), 2016k). Las estrategias de control y prevención incluyen la detección temprana y eliminación de animales reactivos en conjunción con controles estrictos del movimiento de animales, la aplicación de cuarentenas y la higiene y desinfección de las instalaciones (World Organisation for Animal Health (OIE), 2016k). Actualmente, no existen vacunas disponibles para la prevención de *B. mallei*.

Bibliografía:

- (CFSPH), C. f. F. S. a. P. H., Eastern Equine Encephalomyelitis, Western Equine Encephalomyelitis and Venezuelan Equine Encephalomyelitis. 2008, College of Veterinary Medicine, Iowa State University. p. 1-10.
- (OIE), W. O. f. A. H., 2015. Infection with equine arteritis virus, en Terrestrial Animal Health Code, OIE, Ed.: Paris, France.
- [OIE], W. O. f. A. H., 2012. Venezuelan Equine Encephalomyelitis, en Manual for Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals, Commission, O. B. S., Ed. OIE: Paris, France. p. 924-929.

- Adams, A.P., Navarro-Lopez, R., Ramirez-Aguilar, F.J., Lopez-Gonzalez, I., Leal, G., Flores-Mayorga, J. M., Travassos da Rosa, A.P., Saxton-Shaw, K.D., Singh, A.J., Borland, E.M., Powers, A.M., Tesh, R.B., Weaver, S.C., y Estrada-Franco, J.G., 2012. Venezuelan equine encephalitis virus activity in the Gulf Coast region of Mexico, 2003-2010. *PLoS Negl Trop Dis*, 6(11), p. e1875.
- Aguilar, P.V., Paessler, S., Carrara, A.S., Baron, S., Poast, J., Wang, E., Moncayo, A.C., Anishchenko, M., Watts, D., Tesh, R.B., y Weaver, S.C., 2005. Variation in interferon sensitivity and induction among strains of eastern equine encephalitis virus. *J Virol*, 79(17), p. 11300-10.
- Ainsworth, D.M. & Cheetham, J., 2010. Disorders of the respiratory system, en *Equine Internal Medicine*, Reed, S. M., Bayly, W. M., y Sellon, D. C., Eds. Saunders: 3251 Riverport Lane, St. Louis, MO 63043. p. 306-311.
- Akiba, M., Uchida, I., Nishimori, K., Tanaka, K., Anzai, T., Kuwamoto, Y., Wada, R., Ohya, T., y Ito, H., 2003. Comparison of *Salmonella enterica* serovar Abortusequi isolates of equine origin by pulsed-field gel electrophoresis and fluorescent amplified-fragment length polymorphism fingerprinting. *Vet Microbiol*, 92 (4), p. 379-88.
- Alberca, B., Bachanek-Bankowska, K., Cabana, M., Calvo-Pinilla, E., Viaplana, E., Frost, L., Gubbins, S., Urniza, A., Mertens, P., y Castillo-Olivares, J., 2014. Vaccination of horses with a recombinant modified vaccinia Ankara virus (MVA) expressing African horse sickness (AHS) virus major capsid protein VP2 provides complete clinical protection against challenge. *Vaccine*, 32(29), p. 3670-4.
- Aljofan, M., 2013. Hendra and Nipah infection: emerging paramyxoviruses. *Virus Res*, 177(2), p. 119-26.
- Allen, G.P., Bolin, D.C., Bryant, U., Carter, C.N., Giles, R.C., Harrison, L.R., Hong, C.B., Jackson, C.B., Poonacha, K., Wharton, R., y Williams, N.M., 2008. Prevalence of latent, neuropathogenic equine herpesvirus-1 in the Thoroughbred broodmare population of central Kentucky. *Equine Vet J*, 40(2), p. 105-10.
- Allen, G.P., Kydd, J.H., Slater, J.D., y Smith, K.C., 2004. Equid Herpesvirus-1 (EHV-1) and -4 (EHV-4) infections, en *Infectious Diseases of Livestock*, Coetzer, J. A. W., Thomson, G. R., y Tustin, R. C., Eds. Oxford University Press: Cape Town, South Africa
- American Association of Equine Practitioners (AAEP). Core Vaccination Guidelines. Disponible en: <http://www.aaep.org/i-165.html>.
- American Association of Equine Practitioners (AAEP). Vaccination Guidelines. Disponible en: <http://www.aaep.org/info/vaccination-guidelines-265>.
- Asociación Argentina de Equinoterapia (AADE). Disponible en: <http://www.equinoterapia-ar.org/>.
- Association, U. A. H., Equine Herpesvirus Myeloencephalopathy Incident Guidelines for State Animal Health Officials. 2015: Providence, RI.
- Australian Veterinary Association, 2012. Vaccine arrives to boost the fight against deadly Hendra virus. Brisbane, Australia.
- Bailey, K.E., Gilkerson, J.R., y Browning, G.F., 2013. Equine rotaviruses--current understanding and continuing challenges. *Vet Microbiol*, 167(1-2), p. 135-44.
- Balasuriya, U.B.R., Carossino, M., y Timoney, P.J., 2016. Equine viral arteritis: a respiratory and reproductive disease of significant economic importance to the equine industry. *Equine Vet Educ*, In press.
- Balasuriya, U.B. & MacLachlan, N.J., 2004. The immune response to equine arteritis virus: potential lessons for other arteriviruses. *Vet Immunol Immunopathol*, 102(3), p. 107-29.
- Balasuriya, U.B., Crossley, B.M., y Timoney, P.J., 2015. A review of traditional and contemporary assays for direct and indirect detection of Equid herpesvirus 1 in clinical samples. *J Vet Diagn Invest*, 27(6), p. 673-87.
- Balasuriya, U.B., Zhang, J., Go, Y.Y., y MacLachlan, N.J., 2014. Experiences with infectious cDNA clones of equine arteritis virus: lessons learned and insights gained. *Virology*, 462-463, p. 388-403.
- Balasuriya, U. y MacLachlan, N.J., 2013. Equine Viral Arteritis, en *Equine Infectious Diseases*, Sellon, D. C. y Long, M. T., Eds. Saunders: St. Louis, MO. p. 169-181.
- Balasuriya, U., 2014. Equine Viral Arteritis. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 30(3), p. 543-560.
- Barrandeguy, M., Parreno, V., Lagos Marmol, M., Pont Lezica, F., Rivas, C., Valle, C., y Fernandez, F., 1998. Prevention of rotavirus diarrhoea in foals by parenteral vaccination of the mares: field trial. *Dev Biol Stand*, 92, p. 253-7.
- Becu, T., Polledo, G., y Gaskin, J.M., 1997. Immunoprophylaxis of *Rhodococcus equi* pneumonia in foals. *Vet Microbiol*, 56(3-4), p. 193-204.
- Bennett, P.M. & King, A.S., 1948. Studies on equine purpura haemorrhagica; symptomatology. *Br Vet J*, 104 (12), p. 414-20.
- Bernard, W.V., 1993. Leptospirosis. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 9(2), p. 435-44.
- Bertone, J.J., 2010. Viral Encephalitis, en *Equine Internal Medicine*, Reed, S. M., Bayly, W. M., y Sellon, D. C., Eds. Saunders: 3251 Riverport Lane, St. Louis, MO 63043. p. 624-628.

- Biggers, J.C. y Ingram, P. L., 1948. Studies on equine purpura haemorrhagica. *Br Vet J*, 104(7), p. 214-21.
- Boggs, J., 2015. Introducing LEPTO EQ INNOVATOR for aiding in the prevention of Leptospirosis caused by *Leptospira interrogans* serovar Pomona in horses. *Health, Z. A.*, Ed. Zoetis Animal Health: Kalamazoo, MI.
- Boyle, A., 2011. *Streptococcus equi* subspecies *equi* infection (strangles) in horses. *Compend Contin Educ Vet*, 33(3), p. E1-7; quiz E8.
- Brandler, S. y Tangy, F., 2013. Vaccines in development against West Nile virus. *Viruses*, 5(10), p. 2384-409.
- Broadus, C.C., Balasuriya, U.B., Timoney, P.J., White, J.L., Makloski, C., Torrisi, K., Payton, M., y Holyoak, G.R., 2011a. Infection of embryos following insemination of donor mares with equine arteritis virus infective semen. *Theriogenology*, 76(1), p. 47-60.
- Broadus, C.C., Balasuriya, U.B., White, J.L., Timoney, P.J., Funk, R.A. y Holyoak, G.R., 2011b. Evaluation of the safety of vaccinating mares against equine viral arteritis during mid or late gestation or during the immediate postpartum period. *J Am Vet Med Assoc*, 238(6), p. 741-50.
- Brosnahan, M.M. & Osterrieder, N., 2009. Equine herpesvirus-1: A review and update, en *Infectious Diseases of the Horse*, Mair, T. S. y Hutchinson, R. E., Eds. Equine Veterinary Journal, Geerings Print Ltd: Ashford, Kent, UK. p. 41-51.
- Browning, G.F., Chalmers, R.M., Fitzgerald, T.A., Corley, K.T., Campbell, I., y Snodgrass, D. R., 1992a. Rotavirus serotype G3 predominates in horses. *J Clin Microbiol*, 30(1), p. 59-62.
- Browning, G.F., Chalmers, R.M., Fitzgerald, T.A., y Snodgrass, D. R., 1991a. Serological and genomic characterization of L338, a novel equine group a rotavirus G serotype. *J Gen Virol*, 72 (Pt. 5), p. 1059-64.
- Browning, G.F., Chalmers, R.M., Fitzgerald, T.A., y Snodgrass, D.R., 1992b. Evidence for two serotype G3 subtypes among equine rotaviruses. *J Clin Microbiol*, 30(2), p. 485-91.
- Browning, G.F., Chalmers, R.M., Snodgrass, D.R., Batt, R.M., Hart, C.A., Ormarod, S.E., Leadon, D., Stoneham, S.J., y Rosedale, P.D., 1991b. The prevalence of enteric pathogens in diarrhoeic thoroughbred foals in Britain and Ireland. *Equine Vet J*, 23(6), p. 405-9.
- Browning, G.F., Fitzgerald, T.A., Chalmers, R.M., y Snodgrass, D.R., 1991c. A novel group a rotavirus G serotype: serological and genomic characterization of equine isolate FI23. *J Clin Microbiol*, 29(9), p. 2043-6.
- Buigues, S., Ivanissevich, A., Vissani, M.A., Viglierchio, V., Minatel, L., Crespo, F., Herrera, M., Timoney, P., y Barrandeguy, M.E., 2012. Outbreak of *Salmonella abortus equi* abortion in embryo recipient polo mares. En 9th International Equine Infectious Diseases Conference. Lexington, KY: J Equine Vet Sci.
- Burton, A.J., Guiguère, S., Sturgill, T.L., Berghaus, L.J., Slovis, N.M., Whitman, J., Kuskie, K.R., y Cohen, N., 2012. Emergence of widespread macrolide and rifampin resistance in *Rhodococcus equi* isolates from a horse breeding farm. En International Conference on Equine Infectious Diseases IX (IX ICEID). Lexington, KY, USA: Journal of Equine Veterinary Science.
- Bustos, C.P., Gallardo, J., Retamar, G., Lanza, N.S., Falzoni, E., Caffer, M.J., Picos, J., Muñoz, A.J., Pérez, A., Moras, E.V., Mesplet, M., y Guida, N., 2016. *Salmonella enterica* serovar Abortusequi as an emergent pathogen causing abortion in Argentina. En 10th International Equine Infectious Diseases Conference. Buenos Aires, Argentina: J Equine Vet Sci.
- Carossino, M., Mihura, M., Echaniz, B., Gonzales, J., Miguens Soubie, A., Ivanissevich, A., Delgado, F., Blanco Viera, F.J., y Barrandeguy, M.E., 2016. Presumptive purpura haemorrhagica and deep digital flexor tendonitis associated with *S. equi* subsp. *equi* infection in a Thoroughbred foal. En 10th International Equine Infectious Diseases Conference. Buenos Aires, Argentina: J Equine Vet Sci.
- Carrera, J.P., Forrester, N., Wang, E., Vittor, A. Y., Haddow, A.D., Lopez-Verges, S., Abadia, I., Castano, E., Sosa, N., Baez, C., Estripeaut, D., Diaz, Y., Beltran, D., Cisneros, J., Cedeno, H.G., Travassos da Rosa, A.P., Hernandez, H., Martinez-Torres, A.O., Tesh, R.B., y Weaver, S.C., 2013. Eastern equine encephalitis in Latin America. *N Engl J Med*, 369(8), p. 732-44.
- Cavanagh, D., 1997. Nidovirales: a new order comprising Coronaviridae and Arteriviridae. *Arch Virol*, 142 (3), p. 629-33.
- Center for Disease Prevention and Control (CDC), Arbonet. 2016.
- Chicken, C., Browning, G.F., Muscatello, G., y Gilkerson, J.R., 2012. Rattles epidemiology: the role of the foal. En International Conference on Equine Infectious Diseases IX (IX ICEID). Lexington, KY, USA: Journal of Equine Veterinary Science.
- Clayton, B.A., Wang, L.F., y Marsh, G.A., 2013. Henipaviruses: an updated review focusing on the pteropid reservoir and features of transmission. *Zoonoses Public Health*, 60(1), p. 69-83.
- Cohen, N. y Guiguère, S., 2009. *Rhodococcus equi* foal pneumonia en *Infectious Diseases of the Horse*, Mair, T. S. y Hutchinson, R. E., Eds. Equine Veterinary Journal, Geerings Print Ltd: Ashford, Kent, UK. p. 235-246.

- Cohen, N., 2010a. Epidemiology of *Rhodococcus equi* foal pneumonia. En 56th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners (AAEP). Baltimore, Maryland, USA.
- Cohen, N., 2010b. Control and prevention of *Rhodococcus equi* foal pneumonia. En 56th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners (AAEP). Baltimore, Maryland, USA.
- Contigiani, M., 2004. Encefalitis por arbovirus, en *Temas de Zoonosis II*, Cacchione, R., Durlach, R., y Larghi, O., Eds. Asociación Argentina de Zoonosis: Buenos Aires. p. 83-89.
- Crafford, J.E., Lourens, C.W., Gardner, I.A., MacLachlan, N.J., y Guthrie, A.J., 2013. Passive transfer and rate of decay of maternal antibody against African horse sickness virus in South African Thoroughbred foals. *Equine Vet J*, 45(5), p. 604-7.
- Cullinane, A. & Newton, J.R., 2013. Equine influenza--a global perspective. *Vet Microbiol*, 167(1-2), p. 205-14.
- Delcambre, G.H. y Long, M.T., 2014. Flavivirus Encephalitis, en *Equine Infectious Diseases*, Sellon, D. C. y Long, M. T., Eds. Saunders: St. Louis, MO. p. 217-226.
- Di Gennaro, E.E., Guida, N., Franco, P.G., Moras, E.V., y Muñoz, A.J., 2012. Infectious abortion caused by *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Abortusequi in Argentina. En 9th International Equine Infectious Diseases Conference. Lexington, KY: J Equine Vet Sci.
- Divers, T.J. & Chang, Y., 2009. Leptospirosis, en *Current Therapy in Equine Medicine*, Robinson, N. E. y Sprayberry, K. A., Eds. Saunders: St. Louis, MO. p. 145-148.
- Doll, E.R., Bryans, J.T., Wilson, J.C., y McCollum, W.H., 1968. Immunization against equine viral arteritis using modified live virus propagated in cell cultures of rabbit kidney. *Cornell Vet*, 48(4), p. 497-524.
- Edlund Toulemonde, C., Daly, J., Sindler, T., Guigal, P.M., Audonnet, J.C., y Minke, J.M., 2005. Efficacy of a recombinant equine influenza vaccine against challenge with an American lineage H3N8 influenza virus responsible for the 2003 outbreak in the United Kingdom. *Vet Rec*, 156(12), p. 367-71.
- El Garch, H., Minke, J.M., Rehder, J., Richard, S., Edlund Toulemonde, C., Dinic, S., Andreoni, C., Audonnet, J.C., Nordgren, R., y Juillard, V., 2008. A West Nile virus (WNV) recombinant canarypox virus vaccine elicits WNV-specific neutralizing antibodies and cell-mediated immune responses in the horse. *Vet Immunol Immunopathol*, 123(3-4), p. 230-9.
- Fédération Equestre Internationale (FEI), 2013. International Movements of Competition Horses. FEI Sports Forum, Ed.: Lausanne, Switzerland.
- Felipe Flaminio, J.B., 2010. Immunity to *Rhodococcus equi* en 56th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners (AAEP). Baltimore, Maryland, USA.
- Ferrari, M., Raffo, J., Mondelli, J.P., y Etchepareborda, M., 2012. Informe sobre Neumonía (*Rhodococcus equi*) 2011, en *La Especie Equina*. Asociación Argentina de Veterinaria Equina (AAVE): Buenos Aires, Argentina. p. 36-40.
- Field, H.E., 2016. Hendra virus ecology and transmission. *Curr Opin Virol*, 16, p. 120-5.
- Fitzpatrick, D.R. y Studdert, M.J., 1984. Immunologic relationships between equine herpesvirus type 1 (equine abortion virus) and type 4 (equine rhinopneumonitis virus). *Am J Vet Res*, 45(10), p. 1947-52.
- Frey, J., Eberle, S., Stahl, C., Mazuet, C., Popoff, M., Schatzmann, E., Gerber, V., Dungu, B., y Straub, R., 2007. Alternative vaccination against equine botulism (BoNT/C). *Equine Vet J*, 39(6), p. 516-20.
- G.P, A., J.H., K., J.D., S., y K.C., S., 2004. Equid Herpesvirus-1 (EHV-1) and -4 (EHV-4) infections, en *Infectious Diseases of Livestock*, J.A.W, C., G.R., T., y R.C, T., Eds. Oxford University Press: Cape Town, South Africa
- Galey, F.D., 2001. Botulism in the horse. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 17(3), p. 579-88.
- Garaicoechea, L., Mino, S., Ciarlet, M., Fernandez, F., Barrandeguy, M., y Parreno, V., 2011. Molecular characterization of equine rotaviruses circulating in Argentinean foals during a 17-year surveillance period (1992-2008). *Vet Microbiol*, 148(2-4), p. 150-60.
- Gibbs, E.P.J. & Long, M.T., 2007. Equine Alphaviruses, en *Equine Infectious Diseases*, Sellon, D. C. y Long, M. T., Eds. Saunders: 11830 Westline Industrial Drive, St. Louis, Missouri 63146, USA. p. 191-197.
- Giguère, S., 2012. Update on bacterial respiratory diseases of horses. En 9th International Conference on Equine Infectious Diseases (IX EID). Lexington, KY.
- Gilkerson, J.R., Whalley, J.M., Drummer, H.E., Studdert, M.J., y Love, D.N., 1999. Epidemiology of EHV-1 and EHV-4 in the mare and foal populations on a Hunter Valley stud farm: are mares the source of EHV-1 for unweaned foals. *Vet Microbiol*, 68(1-2), p. 27-34.
- Go, Y.Y., Balasuriya, U.B., y Lee, C.K., 2014. Zoonotic encephalitis caused by arboviruses: transmission and epidemiology of alphaviruses and flaviviruses. *Clin Exp Vaccine Res*, 3(1), p. 58-77.
- Goehring, L., 2008. Viral Diseases of the Nervous System, en *Equine Neurology*, Furr, M. y Reed, S. M., Eds. Blackwell: 2121 State Avenue, Ames, Iowa, 50014, USA. p. 169-186.
- Gonzalez-Medina, S. y Newton, J.R., 2015. Equine herpesvirus-1: dealing practically but effectively with an ever present threat. *Equine Vet J*, 47(2), p. 142-4.

- Goodman, L.B., Loregian, A., Perkins, G.A., Nugent, J., Buckles, E.L., Mercorelli, B., Kydd, J.H., Palu, G., Smith, K.C., Osterrieder, N., y Davis-Poynter, N., 2007. A point mutation in a herpesvirus polymerase determines neuropathogenicity. *PLoS Pathog*, 3(11), p. e160.
- Green, S.L., Little, C.B., Baird, J.D., Tremblay, R.R., y Smith-Maxie, L.L., 1994. Tetanus in the horse: a review of 20 cases (1970 to 1990). *J Vet Intern Med*, 8(2), p. 128-32.
- Guiguère, S., 2010a. Clinical manifestations, pathogenesis and diagnosis of infections caused by *Rhodococcus equi* in foals. En 56th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners (AAEP). Baltimore, Maryland, USA.
- Guiguère, S., 2010b. Therapy of *Rhodococcus equi* infections in foals. En 56th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners (AAEP). Baltimore, Maryland, USA.
- Guthrie, A.J., Howell, P.G., Hedges, J.F., Bosman, A.M., Balasuriya, U.B., McCollum, W.H., Timoney, P.J., y MacLachlan, N.J., 2003. Lateral transmission of equine arteritis virus among Lipizzaner stallions in South Africa. *Equine Vet J*, 35(6), p. 596-600.
- Harrington, D.J., Sutcliffe, I.C., y Chanter, N., 2002. The molecular basis of *Streptococcus equi* infection and disease. *Microbes Infect*, 4(4), p. 501-10.
- Harry, T.O. & McCollum, W.H., 1981. Stability of viability and immunizing potency of lyophilized, modified equine arteritis live-virus vaccine. *Am J Vet Res*, 42(9), p. 1501-5.
- Heldens, J.G., Hannant, D., Cullinane, A.A., Prendergast, M.J., Mumford, J.A., Nelly, M., Kydd, J.H., Weststrate, M.W., y van den Hoven, R., 2001. Clinical and virological evaluation of the efficacy of an inactivated EHV1 and EHV4 whole virus vaccine (Duvaxyn EHV1, 4). Vaccination/challenge experiments in foals and pregnant mares. *Vaccine*, 19(30), p. 4307-17.
- Hernandez, J.A., Long, M.T., Traub-Dargatz, J.L., y Besser, T.E., 2014. Salmonellosis, en *Equine Infectious Diseases*, Sellon, D. C. y Long, M. T., Eds. Saunders: St. Louis, MO. p. 321-333.
- Hess, I.M., Massey, P.D., Walker, B., Middleton, D.J., y Wright, T.M., 2011. Hendra virus: what do we know? *N S W Public Health Bull*, 22(5-6), p. 118-22.
- Hills, S.L., Rabe, I.B., y Fischer, M. Japanese Encephalitis. *Infectious Diseases Related to Travel 2015*; Disponible en: <https://wwwnc.cdc.gov/travel/yellowbook/2016/infectious-diseases-related-to-travel/japanese-encephalitis>.
- Hines, M.T., 2007. *Rhodococcus equi*, en *Equine Infectious Diseases*, Sellon, D. C. y Long, M. T., Eds. Saunders: 11830 Westline Industrial Drive, St. Louis, Missouri 63146, USA. p. 281-295.
- Hines, M.T., 2014a. *Rhodococcus equi*, en *Equine Infectious Diseases*, Sellon, D. C. y Long, M. T., Eds. Elsevier: 11830 Westline Industrial Drive, St. Louis, Missouri 63146, USA. p. 287-302.
- Hines, M.T., 2014b. Leptospirosis, en *Equine Infectious Diseases*, Sellon, D. C. y Long, M. T., Eds. Saunders: St. Louis, MO. p. 302-311.
- Horimoto, T. y Kawaoka, Y., 2001. Pandemic threat posed by avian influenza A viruses. *Clin Microbiol Rev*, 14(1), p. 129-49.
- Horton, D.L. y Fooks, A.R., 2009. Equine Rabies, en *Infectious Diseases of the Horse*, Mair, T. S. y Hutchinson, R. E., Eds. Equine Veterinary Journal, Geerings Print Ltd: Ashford, Kent, UK. p. 128-131.
- House, A.M., Javiskas, L.H., y Zimmer, D.N., 2009. A review of *Streptococcus equi* infection in the horse, en *Infectious Diseases of the Horse*, Mair, T. S. y Hutchinson, R. E., Eds. Equine Veterinary Journal, Geerings Print Ltd: Ashford, Kent, UK. p. 208-216.
- Imagawa, H., Kato, T., Tsunemitsu, H., Tanaka, H., Sato, S., y Higuchi, T., 2005. Field study of inactivated equine rotavirus vaccine. *J Equine Sci*, 16, p. 35-44.
- Ito, T. y Kawaoka, Y., 2000. Host-range barrier of influenza A viruses. *Vet Microbiol*, 74(1-2), p. 71-5.
- Jorm, L.R., 1990. Strangles in horse studs: incidence, risk factors and effect of vaccination. *Aust Vet J*, 67 (12), p. 436-9.
- Kanai, Y., van Rijn, P.A., Maris-Veldhuis, M., Kaname, Y., Athmaram, T.N., y Roy, P., 2014. Immunogenicity of recombinant VP2 proteins of all nine serotypes of African horse sickness virus. *Vaccine*, 32(39), p. 4932-7.
- Kettle, A.N.B. y Nicoletti, P.L., 2014. Glanders, en *Equine Infectious Diseases*, Long, M. T. y Sellon, D. C., Eds. Saunders: 11830 Westline Industrial Drive, St. Louis, Missouri 63146, USA. p. 333-337.
- Khan, I., Wieler, L.H., Melzer, F., Elschner, M.C., Muhammad, G., Ali, S., Sprague, L.D., Neubauer, H., y Saqib, M., 2013. Glanders in animals: a review on epidemiology, clinical presentation, diagnosis and countermeasures. *Transbound Emerg Dis*, 60(3), p. 204-21.
- Kydd, J.H., Townsend, H.G., y Hannant, D., 2006. The equine immune response to equine herpesvirus-1: the virus and its vaccines. *Vet Immunol Immunopathol*, 111(1-2), p. 15-30.
- Lai, A.C., Chambers, T.M., Holland, R.E., Jr., Morley, P., Haines, D.M., Townsend, H.G., y Barrandeguy, M., 2001. Diverged evolution of recent equine-2 influenza (H3N8) viruses in the Western Hemisphere. *Arch Virol*, 146(6), p. 1063-74.
- Landolt, G.A., 2014. Equine influenza virus. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 30(3), p. 507-22.

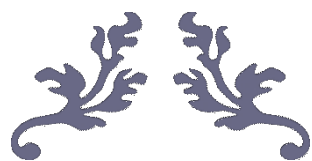
- Landolt, G.A., Townsend, H. G. G., y Lunn, D. P., 2014. Equine Influenza Infection, en *Equine Infectious Diseases*, Sellon, D.C. y Long, M. T., Eds. Saunders: St. Louis, MO. p. 141-151.
- Levett, P.N., 2001. Leptospirosis. *Clin Microbiol Rev*, 14(2), p. 296-326.
- Llorente, L., Ivanissevich, A., Camiña, S., Marco, L., Vissani, A., Olguin Perglione, C., Herrera, M., y Barrandeguy, M., 2016. Occurrence of multiple abortions due to *Salmonella enterica* serovar abortus equi infection. En 10th International Equine Infectious Diseases Conference. Buenos Aires, Argentina: J Equine Vet Sci.
- Logue, C.H., Bosio, C.F., Welte, T., Keene, K. M., Ledermann, J P., Phillips, A., Sheahan, B.J., Pierro, D.J., Marlenee, N., Brault, A C., Bosio, C.M., Singh, A.J., Powers, A.M., y Olson, K.E., 2009. Virulence variation among isolates of western equine encephalitis virus in an outbred mouse model. *J Gen Virol*, 90(Pt. 8), p. 1848-58.
- Long, M.T. y Guthrie, A.J., 2014. African Horse Sickness, en *Equine Infectious Diseases*, Sellon, D. C. y Long, M.T., Eds. Saunders: St. Louis, MO. p. 181-189.
- Long, M.T., 2014. West Nile virus and equine encephalitis viruses: new perspectives. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 30(3), p. 523-42.
- Lunn, D.P., Hussey, S., Sebing, R., Rushlow, K.E., Radecki, S.V., Whitaker-Dowling, P., Youngner, J. S., Chambers, T.M., Holland, R.E., Jr., y Horohov, D.W., 2001. Safety, efficacy, and immunogenicity of a modified-live equine influenza virus vaccine in ponies after induction of exercise-induced immunosuppression. *J Am Vet Med Assoc*, 218(6), p. 900-6.
- Ma, G., Azab, W., y Osterrieder, N., 2013. Equine herpesviruses type 1 (EHV-1) and 4 (EHV-4)--masters of co-evolution and a constant threat to equids and beyond. *Vet Microbiol*, 167(1-2), p. 123-34.
- MacKay, R.J., 2009. Alphaviral Encephalomyelitis (EEE, WEE and VEE), en *Infectious Diseases of the Horse*, Mair, T. S. y Hutchinson, R. E., Eds. Equine Veterinary Journal, Geerings Print Ltd: Ashford, Kent, UK. p. 95-108.
- MacKay, R.J., 2014. Tetanus, en *Equine Infectious Diseases*, Sellon, D. C. y Long, M. T., Eds. Saunders: St. Louis, MO. p. 368-372.
- MacLachlan, N.J. & Dubovi, E.J., 2010. Fenner's Veterinary Virology, en *Flaviviridae*, MacLachlan, N. J. y Dubovi, E. J., Eds. Academic Press: 32 Jamestown Road, London, UK. p. 467-481.
- MacLachlan, N.J., Balasuriya, U.B., Davis, N.L., Collier, M., Johnston, R.E., Ferraro, G.L., y Guthrie, A.J., 2007. Experiences with new generation vaccines against equine viral arteritis, West Nile disease and African horse sickness. *Vaccine*, 25(30), p. 5577-82.
- Madic, J., Hajsig, D., Sostaric, B., Curic, S., Seol, B., Naglic, T., y Cvetnic, Z., 1997. An outbreak of abortion in mares associated with *Salmonella abortusequi* infection. *Equine Vet J*, 29(3), p. 230-3.
- Magdesian, K.G., Dwyer, R.M., y Gonzalez Arguedas, M., 2014. Viral Diarrhea, en *Equine Infectious Diseases*, Sellon, D. C. y Long, M. T., Eds. Saunders: St. Louis, MO. p. 198-203.
- Mahalingam, S., Herrero, L.J., Playford, E.G., Spann, K., Herring, B., Rolph, M.S., Middleton, D., McCall, B., Field, H., y Wang, L.F., 2012. Hendra virus: an emerging paramyxovirus in Australia. *Lancet Infect Dis*, 12(10), p. 799-807.
- Matthijnsens, J., Mino, S., Papp, H., Potgieter, C., Novo, L., Heylen, E., Zeller, M., Garaicoechea, L., Badaracco, A., Lengyel, G., Kisfali, P., Cullinane, A., Collins, P.J., Ciarlet, M., O'Shea, H., Parreno, V., Banyai, K., Barrandeguy, M., y Van Ranst, M., 2012. Complete molecular genome analyses of equine rotavirus A strains from different continents reveal several novel genotypes and a largely conserved genotype constellation. *J Gen Virol*, 93(Pt. 4), p. 866-75.
- May, F.J., Davis, C.T., Tesh, R.B., y Barrett, A.D., 2011. Phylogeography of West Nile virus: from the cradle of evolution in Africa to Eurasia, Australia, and the Americas. *J Virol*, 85(6), p. 2964-74.
- McCollum, W.H., 1969a. Vaccination for equine viral arteritis. En *Second International Conference on Equine Infectious Diseases*. Paris, France.
- McCollum, W.H., 1969b. Development of a modified virus strain and vaccine for equine viral arteritis. *J Am Vet Med Assoc*, 155(2), p. 318-22.
- McCollum, W.H., 1986. Responses of horses vaccinated with avirulent modified-live equine arteritis virus propagated in the E. Derm (NBL-6) cell line to nasal inoculation with virulent virus. *Am J Vet Res*, 47(9), p. 1931-4.
- McCollum, W.H., Timoney, P.J., Wayne, R., Willard, J.E., y Carswell, G.D., 1988. Response of vaccinated and non-vaccinated mares to artificial insemination with semen from stallions persistently infected with equine arteritis virus. En *Fifth International Conference of Equine Infectious Diseases*. Lexington, KY.
- McVey, D.S., Wilson, W.C., y Gay, C.G., 2015. West Nile virus. *Rev Sci Tech*, 34(2), p. 431-9.
- Meijer, W.G. y Prescott, J.F., 2004. *Rhodococcus equi*. *Vet Res*, 35(4), p. 383-96.
- Middleton, D., 2014. Hendra virus. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 30(3), p. 579-89.

- Middleton, D., Pallister, J., Klein, R., Feng, Y. R., Haining, J., Arkinstall, R., Frazer, L., Huang, J.A., Edwards, N., Wareing, M., Elhay, M., Hashmi, Z., Bingham, J., Yamada, M., Johnson, D., White, J., Foord, A., Heine, H.G., Marsh, G.A., Broder, C.C., y Wang, L.F., 2014. Hendra virus vaccine, a one health approach to protecting horse, human, and environmental health. *Emerg Infect Dis*, 20(3), p. 372-9.
- Minke, J.M., Audonnet, J.C., y Fischer, L., 2004. Equine viral vaccines: the past, present and future. *Vet Res*, 35(4), p. 425-43.
- Monath, T.P., Sabattini, M.S., Pauli, R., Daffner, J.F., Mitchell, C J., Bowen, G.S., y Cropp, C.B., 1985. Arbovirus investigations in Argentina, 1977-1980. IV. Serologic surveys and sentinel equine program. *Am J Trop Med Hyg*, 34(5), p. 966- 75.
- Morales, M.A., Barrandeguy, M., Fabbri, C., Garcia, J.B., Vissani, A., Trono, K., Gutierrez, G., Pigretti, S., Menchaca, H., Garrido, N., Taylor, N., Fernandez, F., Levis, S., y Enria, D., 2006. West Nile virus isolation from equines in Argentina, 2006. *Emerg Infect Dis*, 12(10), p. 1559-61.
- Morita, K., Nabeshima, T., y Buerano, C.C., 2015. Japanese encephalitis. *Rev Sci Tech*, 34(2), p. 441-52.
- Mota, R.A., da Fonseca Oliveira, A.A., da Silva, A.M., Junior, J.W., da Silva, L.B., de Farias Brito, M., y Rabelo, S.S., 2010. Glanders in donkeys (*Equus Asinus*) in the state of pernambuco, Brazil: A case report. *Braz J Microbiol*, 41(1), p. 146-9.
- Mumford, J.A., Wilson, H., Hannant, D., y Jessett, D.M., 1994. Antigenicity and immunogenicity of equine influenza vaccines containing a Carbomer adjuvant. *Epidemiol Infect*, 112(2), p. 421-37.
- Mumford, J.A., Wood, J.M., Folkers, C., y Schild, G.C., 1988. Protection against experimental infection with influenza virus A/equine/Miami/63 (H3N8) provided by inactivated whole virus vaccines containing homologous virus. *Epidemiol Infect*, 100(3), p. 501-10.
- Mumford, J., Wood, J.M., Scott, A.M., Folkers, C., y Schild, G.C., 1983. Studies with inactivated equine influenza vaccine. 2. Protection against experimental infection with influenza virus A/equine/Newmarket/79 (H3N8). *J Hyg (Lond)*, 90(3), p. 385-95.
- Murray, K.O., Mertens, E., y Despres, P., 2010. West Nile virus and its emergence in the United States of America. *Vet Res*, 41(6), p. 67.
- Muscatello, G., 2012a. *Rhodococcus equi* pneumonia in the foal--part 1: pathogenesis and epidemiology. *Vet J*, 192(1), p. 20-6.
- Muscatello, G., 2012b. *Rhodococcus equi* pneumonia in the foal--part 2: diagnostics, treatment and disease management. *Vet J*, 192(1), p. 27-33.
- National Animal Health Monitoring System (NAHMS), Equine viral arteritis (EVA) and the US horse industry, US Department of Agriculture, A. a. P. H. I. S. U., APHIS, VS), CEAH Editor. 2000: Fort Collins, CO.
- Newton, J.R., Townsend, H.G., Wood, J.L., Sinclair, R., Hannant, D., y Mumford, J.A., 2000. Immunity to equine influenza: relationship of vaccine-induced antibody in young Thoroughbred racehorses to protection against field infection with influenza A/equine-2 viruses (H3N8). *Equine Vet J*, 32(1), p. 65-74.
- Ng, T., Hathaway, D., Jennings, N., Champ, D., Chiang, Y.W., y Chu, H.J., 2003. Equine vaccine for West Nile virus. *Dev Biol (Basel)*, 114, p. 221-7.
- Niwa, H., Hobo, S., Kinoshita, Y., Muranaka, M., Ochi, A., Ueno, T., Oku, K., Hariu, K., y Katayama, Y., 2016. Aneurysm of the cranial mesenteric artery as a site of carriage of *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Abortusequi in the horse. *J Vet Diagn Invest*, 28(4), p. 440-4.
- Nugent, J., Birch-Machin, I., Smith, K.C., Mumford, J.A., Swann, Z., Newton, J.R., Bowden, R.J., Allen, G.P., y Davis-Poynter, N., 2006. Analysis of equid herpesvirus 1 strain variation reveals a point mutation of the DNA polymerase strongly associated with neuropathogenic versus nonneuropathogenic disease outbreaks. *J Virol*, 80(8), p. 4047-60.
- Oberste, M.S., Schmura, S.M., Weaver, S C., y Smith, J.F., 1999. Geographic distribution of Venezuelan equine encephalitis virus subtype IE genotypes in Central America and Mexico. *Am J Trop Med Hyg*, 60(4), p. 630-4.
- Olguin Perglione, C., Cordoba, M., Echeverria, M.G., Timoney, P., Tordoya, M.S., Darqui, F., Metz, G., Miño, S., Becerra, L., Serena, M., Vissani, M.A., Gonzalez, T., Silvestrini, M., Corva, S., Uncal, L., Dayraut, J., Badaracco, A., y Barrandeguy, M.E., EQUINE VIRAL ARTERITIS OUTBREAK IN ARGENTINA in 114 Annual Meeting of the United States Animal Health Association (USAHA). 2010: Minneapolis, MN.
- Ostlund, E.N., 1993. The equine herpesviruses. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 9(2), p. 283-94.
- Oxburgh, L. & Klingeborn, B., 1999. Cocirculation of two distinct lineages of equine influenza virus subtype H3N8. *J Clin Microbiol*, 37(9), p. 3005-9.
- Paillot, R. y El-Hage, C.M., 2016. The Use of a Recombinant Canarypox-Based Equine Influenza Vaccine during the 2007 Australian Outbreak: A Systematic Review and Summary. *Pathogens*, 5(2).

- Parreño, V., Miño, S., Garaicoechea, L., y Barrandeguy, M., 2016. Equine rotavirus in Argentinean foals: an overview. En 10th International Equine Infectious Diseases Conference (X IEIDC). Buenos Aires, Argentina: J Equine Vet Sci.
- Patel, J.R. y Heldens, J., 2005. Equine herpesviruses 1 (EHV-1) and 4 (EHV-4)--epidemiology, disease and immunoprophylaxis: a brief review. *Vet J*, 170(1), p. 14-23.
- Pfeffer, M. y Dobler, G., 2010. Emergence of zoonotic arboviruses by animal trade and migration. *Parasit Vectors*, 3(1), p. 35.
- Pisano, M.B., Re, V.E., Diaz, L.A., Farias, A., Stein, M., Sanchez-Seco, M.P., Tenorio, A., Almiron, W.R., y Contigiani, M.S., 2010. Enzootic activity of pixuna and Rio Negro viruses (Venezuelan equine encephalitis complex) in a neotropical region of Argentina. *Vector Borne Zoonotic Dis*, 10(2), p. 199-201.
- Pusterla, N. & Hussey, G.S., 2014. Equine herpesvirus 1 myeloencephalopathy. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 30(3), p. 489-506.
- Pusterla, N., David Wilson, W., Madigan, J.E., y Ferraro, G.L., 2009. Equine herpesvirus-1 myeloencephalopathy: a review of recent developments. *Vet J*, 180(3), p. 279-89.
- Pusterla, N., Hussey, S.B., Mapes, S., Johnson, C., Collier, J.R., Hill, J., Lunn, D.P., y Wilson, W.D., 2010. Molecular investigation of the viral kinetics of equine herpesvirus-1 in blood and nasal secretions of horses after corticosteroid-induced recrudescence of latent infection. *J Vet Intern Med*, 24(5), p. 1153-7.
- Pusterla, N., Watson, J.L., Affolter, V.K., Magdesian, K.G., Wilson, W.D., y Carlson, G.P., 2003. Purpura haemorrhagica in 53 horses. *Vet Rec*, 153(4), p. 118-21.
- Robin, M., Page, P., Archer, D., y Baylis, M., 2016. African horse sickness: The potential for an outbreak in disease-free regions and current disease control and elimination techniques. *Equine Vet J*, 48(5), p. 659-69.
- Robles, C. A., 1998. Enfermedades clostridiales del ganado, ed. Robles, C. A. 1998, Bariloche, Argentina: Grupo de Salud Animal, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Rodriguez, M., Hooghuis, H., y Castano, M., 1992. African horse sickness in Spain. *Vet Microbiol*, 33(1-4), p. 129-42.
- Russo, R.G., 2011. Rabia pasesiante, en *La Especie Equina*. Asociación Argentina de Veterinaria Equina (AAVE): Buenos Aires, Argentina. p. 30-36.
- Saif, L., Rosen, B., y Parwani, A., 1994. Animal rotaviruses, en *Virus Infections of the Gastrointestinal Tract*, Kapikian, A. Z., Ed. Marcel-Dekker: New York, USA. p. 279-367.
- Savage, C.J., Middleton, D., y Studdert, M.J., 2014. Adeno, Hendra, and Equine Rhinitis Viral Respiratory Diseases, en *Equine Infectious Diseases*, Sellon, D. C. y Long, M. T., Eds. Saunders: St. Louis, MO. p. 189-198.
- Schwint, N., 2011. Rabia equina, en *La Especie Equina*. Asociación Argentina de Veterinaria Equina (AAVE): Buenos Aires, Argentina. p. 28-29.
- Seino, K.K., Long, M.T., Gibbs, E.P., Bowen, R.A., Beachboard, S.E., Humphrey, P.P., Dixon, M.A., y Bourgeois, M.A., 2007. Comparative efficacies of three commercially available vaccines against West Nile Virus (WNV) in a short-duration challenge trial involving an equine WNV encephalitis model. *Clin Vaccine Immunol*, 14(11), p. 1465-71.
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Vacunas autorizadas. 2016; Disponible en: <http://www.senasa.gob.ar/informacion/laboratorio/laboratorio-animal/vacunas-autorizadas>.
- Sheoran, A.S., Karzenski, S.S., Whalen, J.W., Crisman, M.V., Powell, D.G., y Timoney, J.F., 2000. Parturition equine rotavirus vaccination inducing strong specific IgG in mammary secretions. *Vet Rec*, 146(23), p. 672-3.
- Slater, J., 2007. Equine Herpesviruses, en *Equine Infectious Diseases*, Sellon, D. C. y Long, M. T., Eds. Saunders: 11830 Westline Industrial Drive, St. Louis, Missouri 63146, USA. p. 134-153.
- Slater, J., 2014. Equine Herpesviruses, en *Equine Infectious Diseases*, Sellon, D. C. y Long, M. T., Eds. Saunders: St. Louis, MO. p. 151-169.
- Slovis, N.M., Elam, J., Estrada, M., y Leutenegger, C.M., 2014. Infectious agents associated with diarrhoea in neonatal foals in central Kentucky: a comprehensive molecular study. *Equine Vet J*, 46(3), p. 311-6.
- Solomon, T., Dung, N M., Kneen, R., Gainsborough, M., Vaughn, D.W., y Khanh, V.T., 2000. Japanese encephalitis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 68(4), p. 405-15.
- Sommardahl, C.S., 2010. Rabies, en *Equine Internal Medicine*, Reed, S. M., Bayly, W. M., y Sellon, D. C., Eds. Saunders: 3251 Riverport Lane, St. Louis, MO 63043. p. 633-634.
- Steele, K.E., Reed, D.S., Glass, P.J., Hart, M.K., Ludwig, G.V., Pratt, W.D., Parker, M.D., y Smith, J.F., 2008. Alphavirus Encephalitides, en *Medical Aspects of Biological Warfare*. Department of the Army. p. 241-270.

- Summers -Lawyer, K.A., Go, Y.Y., Lu, Z., Timoney, P.J., McCue, P.M., Zhang, J., Shuck, K.M., y Bruemmer, J., 2011. Response of Stallions to Primary Immunization with a Modified Live Equine Viral Arteritis Vaccine. *J Equine Vet Sci*, 31(10), p. 129-138.
- Sweeney, C.R., Timoney, J.F., Newton, J.R., y Hines, M.T., 2005. Streptococcus equi infections in horses: guidelines for treatment, control, and prevention of strangles. *J Vet Intern Med*, 19(1), p. 123-34.
- Sweeney, C.R., Whitlock, R.H., Meirs, D.A., Whitehead, S.C., y Barningham, S.O., 1987. Complications associated with Streptococcus equi infection on a horse farm. *J Am Vet Med Assoc*, 191(11), p. 1446-8.
- Taylor, K.G. & Paessler, S., 2013. Pathogenesis of Venezuelan equine encephalitis. *Vet Microbiol*.
- Taylor, S.D. & Wilson, W.D., 2006. Streptococcus equi subesp. equi (Strangles) infection. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 5, p. 211-217.
- The Center for Food Security & Public Health Glanders. 2018.
- The Center for Food Security and Public Health (CFSPH). Hendra Virus Infection. 2015; Disponible en: <http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/hendra.pdf>.
- Timoney, J.F. & Kumar, P., 2008. Early pathogenesis of equine Streptococcus equi infection (strangles). *Equine Vet J*, 40(7), p. 637-42.
- Timoney, J.F., 2004. The pathogenic equine streptococci. *Vet Res*, 35(4), p. 397-409.
- Timoney, P.J. & McCollum, W.H., 1993. Equine viral arteritis. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 9(2), p. 295-309.
- Timoney, P.J., Klingeborn, B., y Lucas, M.H., 1996. A perspective on equine viral arteritis (infectious arteritis of horses). *Rev Sci Tech*, 15(3), p. 1203-8.
- Timoney, P.J., McCollum, W.H., y Roberts, A.W., 1987. Detection of carrier state in stallions persistently infected with equine arteritis virus. En *American Association for Equine Practitioners (AAEP)*.
- Timoney, P. J., Umphenour, N. W., y McCollum, W. H., 1988. Safety evaluation of a commercial modified live equine arteritis virus vaccine for use in stallions. En *Fifth International Equine Infectious Diseases Conference*. Lexington, KY.
- Townsend, H.G., Penner, S.J., Watts, T.C., Cook, A., Bogdan, J., Haines, D.M., Griffin, S., Chambers, T., Holland, R.E., Whitaker-Dowling, P., Youngner, J.S., y Sebring, R.W., 2001. Efficacy of a cold-adapted, intranasal, equine influenza vaccine: challenge trials. *Equine Vet J*, 33(7), p. 637-43.
- Unión de Trabajadores del Turf y Afines (UTTA), 2013. Gestión UTTA Anuario 2013. UTTA, Ed.: Buenos Aires, Argentina.
- United States Department of Agriculture - Animal and Plant Health Inspection Service (USDA-APHIS), Equine viral arteritis: Uniform Methods and Rules, United States Department of Agriculture - Animal and Plant Health Inspection Service (USDA-APHIS), Editor. 2004.
- Uzzau, S., Brown, D.J., Wallis, T., Rubino, S., Leori, G., Bernard, S., Casadesus, J., Platt, D.J., y Olsen, J.E., 2000. Host adapted serotypes of Salmonella enterica. *Epidemiol Infect*, 125(2), p. 229-55.
- van Maanen, C. y Cullinane, A., 2002. Equine influenza virus infections: an update. *Vet Q*, 24(2), p. 79-94.
- Velineni, S. y Timoney, J.F., 2016. Preliminary evaluation of a dual antigen ELISA to distinguish vaccinated from Leptospira infected horses. *Vet Rec*.
- Verma, A. y Stevenson, B., 2012. Leptospiral uveitis - there is more to it than meets the eye! *Zoonoses Public Health*, 59 Suppl 2, p. 132-41.
- Verma, A., Artiushin, S., Matsunaga, J., Haake, D.A., y Timoney, J.F., 2005. LruA and LruB, novel lipoproteins of pathogenic Leptospira interrogans associated with equine recurrent uveitis. *Infect Immun*, 73 (11), p. 7259-66.
- Verma, A., Kumar, P., Babb, K., Timoney, J.F., y Stevenson, B., 2010. Cross-reactivity of antibodies against leptospiral recurrent uveitis-associated proteins A and B (LruA and LruB) with eye proteins. *PLoS Negl Trop Dis*, 4(8), p. e778.
- Verma, A., Stevenson, B., y Adler, B., 2013. Leptospirosis in horses. *Vet Microbiol*, 167(1-2), p. 61-6.
- von Teichman, B.F., Dungu, B., y Smit, T.K., 2010. In vivo cross-protection to African horse sickness Serotypes 5 and 9 after vaccination with Serotypes 8 and 6. *Vaccine*, 28(39), p. 6505-17.
- Walker, J.A. & Timoney, J.F., 2002. Construction of a stable non-mucoid deletion mutant of the Streptococcus equi Pinnacle vaccine strain. *Vet Microbiol*, 9(4), p. 311-21.
- Waller, A.S., 2013. Strangles: Taking steps towards eradication. *Vet Microbiol*.
- Waller, A.S., Paillot, R., y Timoney, J.F., 2011. Streptococcus equi: a pathogen restricted to one host. *J Med Microbiol*, 60(Pt. 9), p. 1231-40.
- Weaver, S.C. & Barrett, A.D., 2004. Transmission cycles, host range, evolution and emergence of arboviral disease. *Nat Rev Microbiol*, 2(10), p. 789-801.
- Weaver, S.C. & Reisen, W.K., 2010. Present and future arboviral threats. *Antiviral Res*, 85(2), p. 328-45.
- Weaver, S.C., 2005. Host range, amplification and arboviral disease emergence. *Arch Virol Suppl*, (19), p. 33-44.

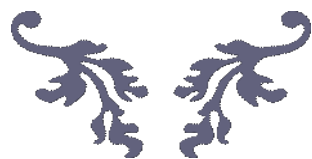
- Weaver, S.C., Ferro, C., Barrera, R., Boshell, J., y Navarro, J.C., 2004. Venezuelan equine encephalitis. *Annu Rev Entomol*, 49, p. 141-74.
- Weaver, S.C., Powers, A.M., Brault, A.C., y Barrett, A.D., 1999. Molecular epidemiological studies of veterinary arboviral encephalitis. *Vet J*, 157(2), p. 123-38.
- Weaver, S.C., Winegar, R., Manger, I.D., y Forrester, N.L., 2012. Alphaviruses: population genetics and determinants of emergence. *Antiviral Res*, 94(3), p. 242-57.
- Webster, R.G., 1993. Are equine influenza viruses still present in horses? *Equine Vet J*, 25(6), p. 537-8.
- Webster, R.G., 1998. Influenza: an emerging disease. *Emerg Infect Dis*, 4(3), p. 436-41.
- Weese, J.S., 2014. Streptococcal infections, en *Equine Infectious Diseases*, Sellon, D. C. y Long, M. T., Eds. Saunders: 11830 Westline Industrial Drive, St. Louis, Missouri 63146, USA. p. 278-283.
- Wernery, U., 2009. Glanders, en *Infectious diseases of the horse*, Mair, T. S. y Hutchinson, R. E., Eds. *Equine Veterinary Journal Ltd.: Fordham, UK*. p. 253-260.
- Wichtel, J.J. & Whitlock, R.H., 1991. Botulism associated with feeding alfalfa hay to horses. *J Am Vet Med Assoc*, 199(4), p. 471-2.
- Wilkins, P.A. & Del Piero, F., 2007. Rabies, en *Equine Infectious Diseases*, Sellon, D. C. y Long, M. T., Eds. Saunders: 11830 Westline Industrial Drive, St. Louis, Missouri 63146, USA. p. 185-191.
- Wilkins, P.A. & Palmer, J.E., 2003. Botulism in foals less than 6 months of age: 30 cases (1989-2002). *J Vet Intern Med*, 17(5), p. 702-7.
- Wilkins, P.A., 2010. Disorders of foals, en *Equine Internal Medicine*, Reed, S. M., Bayly, W. M., y Sellon, D. C., Eds. Saunders: 3251 Riverport Lane, St. Louis, MO 63043. p. 1311-1363.
- Wilkins, P.A., 2014. Botulism, en *Equine Infectious Diseases*, Sellon, D. C. y Long, M. T., Eds. Saunders: St. Louis, MO. p. 364-367.
- Wilson, D.W. & Pusterla, N., 2010. Equine Herpesvirus-1 Myeloencephalopathy, en *Equine Internal Medicine*, Reed, S. M., Bayly, W. M., y Sellon, D. C., Eds. Saunders: 3251 Riverport Lane, St. Louis, MO 63043. p. 615-622.
- Wilson, W.D., Mihalyi, J.E., Hussey, S., y Lunn, D.P., 2001. Passive transfer of maternal immunoglobulin isotype antibodies against tetanus and influenza and their effect on the response of foals to vaccination. *Equine Vet J*, 33 (7), p. 644-50.
- World Organisation for Animal Health (OIE), 2016a. Handbook for the management of high health, high performance horses, ed. OIE. 2016a, Paris, France.
- World Organisation for Animal Health (OIE), 2016b. Equine Influenza (Infection with Equine Influenza Virus), en *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*, OIE Biological Standards Commission, Ed. OIE: Paris, France.
- World Organisation for Animal Health (OIE), 2016c. OIE Expert Surveillance Panel on Equine Influenza Vaccine Composition. OIE Headquarters, Paris, France.
- World Organisation for Animal Health (OIE), 2016d. Equine viral arteritis, en *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*, OIE Biological Standards Commission, Ed. OIE: Paris, France.
- World Organisation for Animal Health (OIE), 2016e. Venezuelan Equine Encephalomyelitis, en *Manual for Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*, OIE Biological Standards Commission, Ed. OIE: Paris, France.
- World Organisation for Animal Health (OIE), 2016f. Equine Encephalomyelitis (Eastern and Western), en *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*, OIE Biological Standards Commission, Ed. OIE: Paris, France.
- World Organisation for Animal Health (OIE), 2016g. Equine encephalomyelitis (Eastern and Western), en *Terrestrial Animal Health Code*, OIE, Ed. OIE: Paris, France.
- World Organisation for Animal Health (OIE), 2016h. West Nile Fever, en *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*, OIE Biological Standards Commission, Ed. OIE: Paris, France.
- World Organisation for Animal Health (OIE), 2016i. Japanese Encephalitis, en *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*, OIE Biological Standards Commission, Ed. OIE: Paris, France.
- World Organisation for Animal Health (OIE), 2016j. African horse sickness, en *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*, OIE Biological Standards Commission, Ed. OIE: Paris, France.
- World Organisation for Animal Health (OIE), 2016k. *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*. 7th ed. OIE Biological Standards Commission. 2016k, Paris, France: OIE.
- Zacks, M.A. y Paessler, S., 2010. Encephalitic alphaviruses. *Vet Microbiol*, 140(3-4), p. 281-6.
- Zhang, J., Go, Y.Y., MacLachlan, N.J., Meade, B. J., Timoney, P. J., y Balasuriya, U. B., 2008. Amino acid substitutions in the structural or nonstructural proteins of a vaccine strain of equine arteritis virus are associated with its attenuation. *Virology*, 378(2), p. 355-62.
- Zientara, S., Weyer, C.T., y Lecollinet, S., 2015. African horse sickness. *Rev Sci Tech*, 34(2), p. 315-27.



Premio

“Prof. Dr. Antonio Pires”

2017



Premio Prof. Dr. Antonio Pires 2017

Palabras del Presidente del Jurado Dr. Eduardo Juan Gimeno

Sr. Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria Dr. Carlos Octavio Scoppa

Sr Director Reemplazante del Centro Regional Buenos Aires Sur del INTA, Ing. Enrique Viviani Rossi

Sr. Director de la Estación Experimental Agropecuaria de INTA Balcarce Ing. Carlos Alberto Mazzadra

Sr. Director del Departamento de Producción Animal Ing. Jorge Alberto Castaño

Sr. Director del Área de Posgrado en Producción y Sanidad Animal Director Dr. Anselmo Odeón

Sr. Director del Grupo de Sanidade Animal Dr. Fernando Paolicchi

Sr. Director de La Residencia Interna en Salud Animal Dr. Ernesto Odriozola

Sres. Académicos, Colegas

Señoras y Señores:

Nos reunimos hoy, en Sesión Pública Extraordinaria, para entregar el “Premio Profesor Dr. Antonio Pires Versión 2017”. Debo agradecer muy especialmente a los integrantes del Jurado que tuve el privilegio de presidir, los Académicos de Número Dr. Bernardo Jorge Carrillo, Dra. Nélide Virginia Gómez, Ing. Agr. Rodolfo Augusto Sánchez y el Dr. Enrique Leo Portiansky.

La Academia, entre sus múltiples actividades, discierne una docena de premios, según reglamentos establecidos y en diversos sectores de su campo científico específico. Dentro de ellos el “Premio Profesor Antonio Pires” tiene una larga tradición: fue instituido en 1994 y está destinado “a personas o a instituciones de descollante actuación en las ciencias y actividades de investigación, educación o desarrollo en el área de ciencias agropecuarias”. Fue otorgado en ocho oportunidades distinguiendo contribuciones altamente relevantes, según consta en la página de nuestra Academia.

Lleva el nombre de quien fuera un destacado Profesor en las Facultades de Veterinaria de La Plata y de Buenos Aires y Presidente de nuestra Academia desde 1974 hasta 1985 al cabo de los cuales fue nombrado Presidente Honorario.

A diferencia de ediciones anteriores, la tarea del Jurado fue sencilla y la decisión muy clara, después que un integrante presentara como primera sugerencia a la Residencia en Salud Animal de Balcarce, otro integrante del Jurado propuso homenajear en la misma distinción al Dr. Adolfo Casaros, mentor del programa de Residencia; a partir de ese momento, la decisión fue de entusiasta unanimidad y se decidió otorgar el Premio a la *“Residencia en Salud Animal del INTA Balcarce y su reconocimiento post mortem al Dr. Adolfo Casaro, su fundador”*.

Sería muy difícil hacer una semblanza del Dr. Casaro en este momento y en este lugar y yo no sería el más indicado para hacerlo. Alcanza con decir que el Dr. Casaro fue uno de los pilares fundamentales de la investigación en sanidad animal del INTA y del país. Sus aportes científicos alcanzaron trascendencia nacional e internacional. En su larga carrera profesional ocupó cargos de gran responsabilidad y en todos se destacó por su capacidad para formar equipos de trabajo. Quienes tuvieron el privilegio de trabajar con el Dr. Casaro y de conocerlo de cerca destacan su enorme compromiso en favor del avance de las ciencias agropecuarias y una gran visión de futuro.

La decisión de implementar una residencia en sanidad animal fue, sin duda, uno de sus grandes aportes que continua arrojando resultados relevantes luego de tres décadas.

El Programa de referencia representa el primer Post Grado de la Veterinaria Argentina desde hace 29 años; es uno de los tantos aportes que le dejó Adolfo Casaro a nuestro país

Todos los antecedentes de este Premio se encuentran “on line” en la página de la Academia, al igual de una extensa información de las actividades realizadas por más de 100 años. Entre esa información merece destacarse la totalidad de los tomos completos de los Anales de la Academia desde 1932 hasta la actualidad.

Existe una tendencia creciente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria de entregar los diferentes premios en el lugar de trabajo de los premiados. Por esa razón hoy tenemos el privilegio de desarrollar esta Sesión Pública en la EERA del INTA aquí en Balcarce.

Seguidamente dejaremos al Director de la Residencia Doctor Ernesto Odriozola para que haga uso de la tribuna.

Muchas gracias por vuestra atención.

Dr. Eduardo Juan Gimeno

Discurso del Dr. Ernesto Odriozola

“Residencia en salud animal”: su importancia en la formación de recursos humanos

Sr presidente de la Academia de Agronomía y Veterinaria Dr. Carlos O Scoppa

Sr Presidente del Jurado Dr. Eduardo Gimeno

Sr Director del Centro Regional Buenos Aires Sur, Dr. Eduardo Escurdia

Sr Director del EEAA INTA Balcarce, Ing. Agrónomo Mezadra

Sras., Sres., Colegas:

En primer lugar, quiero manifestar en nombre del Grupo de Sanidad Animal del INTA Balcarce nuestro agradecimiento a la *Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria* por el otorgamiento del premio “**Profesor Antonio Pires 2017**” al Programa “**Residencia en salud Animal**”, distinción que nos honra, nos llena de orgullo y nos permite sentir que a través de todos estos años hemos contribuido a mejorar nuestra profesión.

La Residencia en Salud Animal es una herramienta sumamente útil como formadora de recursos humanos donde se conjuga el afianzamiento de una formación teórica dirigida hacia una problemática sanitaria y la práctica constante durante toda la realización del programa. En este contexto, el residente se capacita aprendiendo una estrategia de trabajo aplicable a cualquier rama de la profesión veterinaria.

Haciendo historia, el programa de Residencia en Salud Animal nace en el año 1988, cuando el Dr. Adolfo Casaros transmite al grupo de Sanidad Animal su inquietud de fortalecer la profesión mediante la implementación de un programa de entrenamiento cuyo objetivo principal era la capacitación teórica y práctica de veterinarios recién egresados para elevar su nivel de formación. Es así que La Residencia como tal, ocupó durante muchos años un nicho de vacancia en la capacitación práctica de la medicina veterinaria orientada a animales de producción.

Entre quienes acompañaron este emprendimiento, cabe el reconocimiento a otros colegas como el Dr. Horacio Mihura, quien desde la materialización de este proyecto hizo un gran

aporte, brindando su experiencia profesional y su visión desde la actividad privada, al igual que otros tantos veterinarios.

Desde el inicio, el Grupo de Sanidad Animal se comprometió con esta idea brindado lo mejor de sí, mediante el dictado de cursos, transmitiendo la experiencia personal de cada uno en un asesoramiento permanente y diario, respondiendo a las inquietudes de los Residentes.

A partir de su creación hasta el año 1991 el Dr. Adolfo Casaro fue el Director de La Residencia, función que fue continuada por el Dr. Anselmo Odeón hasta el año 2002, luego por el Dr. Carlos Entrocasso, quien fue Director de la Residencia hasta el año 2007 y a partir de esa fecha por quien les habla.

El proyecto contó con el apoyo institucional del INTA, que se materializó durante unos años con aporte presupuestario del Colegio de Veterinarios de la Provincia de Buenos Aires, entidad que acompañó el proyecto desde sus inicios, otorgando el título de **Especialista en Salud Animal** y aportando becas para residentes durante varios años. Dado el éxito de La Residencia, apelamos a las Instituciones para rever su política de apoyo formal a la misma.

Pensando en una alternativa con enfoque académico, luego de prolongadas gestiones, en el año 2016, la Universidad de Mar del Plata formalizó una carrera de Especialización con las bases teórico-prácticas de La Residencia. En la actualidad, esta carrera de **Especialista en Salud Animal**, está en proceso de Acreditación por la CONEAU. La misma brindará a los participantes de La Residencia, una opción formal para la obtención de un título académico de posgrado.

A la fecha han completado La Residencia 162 veterinarios, procedentes de la mayoría de las facultades del país y algunas del exterior, como las Facultades de Ciencias Veterinarias de:

- Tandil, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
- Universidad de Buenos Aires
- Universidad de La Plata
- Universidad de La Pampa
- Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba
- Casilda, Universidad Nacional de Rosario
- Esperanza Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe
- Universidad Católica de Córdoba
- Universidad Católica de Salta

- Universidad Cooperativa de Colombia
- Universidad Mayor de Santiago de Chile
- Universidad de Chile
- Facultad de Veterinaria de Lisboa Portugal
- Universidad de la República, Uruguay

Luego de casi 30 años de formación de profesionales resulta sencillo efectuar un balance de lo realizado y lo más objetivo para ello es observar el desempeño de los ex residentes en los diferentes ámbitos en los que les ha tocado ejercer su profesión. Por supuesto que el mérito de haber alcanzado su realización profesional se debe esencialmente a su capacidad y esfuerzo personal, pero también es cierto que encontraron en la Residencia el ámbito adecuado para poder formarse. En algunos casos, fue la capacitación adquirida el respaldo suficiente para ejercer la profesión y, en otros, un peldaño para descubrir e iniciarse en investigación y/o docencia.

Es así que podemos ver que, aunque la mayoría de los egresados trabajan en la actividad privada distribuidos en casi todo el país, muchos completaron su formación de posgrado a nivel nacional, o en el extranjero, y hoy pertenecen al staff docente de Universidades y Centros de Investigación del país y del exterior, tales como la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Universidad Nacional de La Pampa, Universidad Nacional de Rosario, Universidad Nacional de Rio Cuarto, Universidad Católica de Salta, la Facultad de Veterinaria de Montevideo, Universidad Mayor de Santiago de Chile, Universidad de Calgary, Canadá, Universidad de Connecticut y Universidad de California, en EEUU, e institutos de investigación como el INTA (Balcarce, en Villa Mercedes San Luis, en Mercedes Corrientes, en Salta, en San Pedro y Necochea, Pvcia. de Bs As) y CONICET, en Argentina y el INIA, La Estanzuela y DILAVE, en Uruguay y Plum Island Animal Disease Center, ARS, USDA, en el exterior.

Podemos decir, sin temor a equivocarnos, que La Residencia ha cambiado la visión de la sanidad animal para muchos colegas, sentando las bases de nuevo modelo de profesión para abordar problemas y resolverlos. Esta concepción, ciertamente, ha dado la confianza y la visión estratégica necesaria a muchos veterinarios recién egresados, quienes reiteradamente nos manifiestan que hay un “antes y un después” de La Residencia.

No tengo dudas que el ideal, del Dr. Casaro ha rendido con creces sus frutos, este premio lo confirma y además gratifica el alma, y nos da empuje para seguir por el mismo camino. En poco tiempo prácticamente la totalidad de los que comenzamos este emprendimiento con Adolfo ya habremos dejado la institución, pero no tengo dudas que hemos sembrado

la semilla para que quienes nos sucedan no solo mantendrán la calidad de La Residencia, sino que elevarán la vara.

En nombre del GSA agradezco orgullosamente esta distinción.

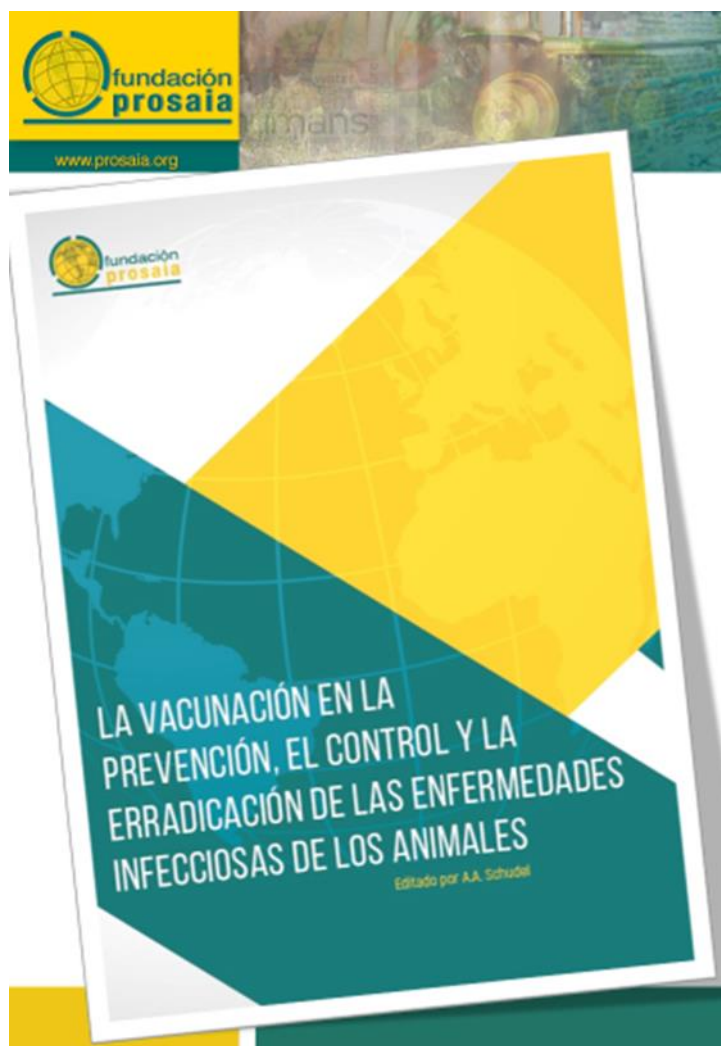
Muchas gracias.

Dr. Ernesto Odriozola

Presentación de libro

Presentación del libro “La vacunación en la prevención, el control y la erradicación de las enfermedades infecciosas de los animales”

Análisis de los capítulos por el Dr. Emilio Gimeno



Es una buena noticia para la veterinaria de nuestro país, contar con un libro que enfoque una temática múltiple y en cambiante evolución, como es la inmunidad vacunal, elaborado por un grupo selecto de profesionales e investigadores que tiene valorables aspectos teóricos y prácticos, que lograron armar una obra de síntesis y que constituye un trabajo de fácil consulta tanto al docente e investigador, como al veterinario práctico en su labor productiva a campo.

Dividido en III Partes que abarcan 18 Capítulos, escritos por los respectivos especialistas con gran idoneidad, el libro encara con gran amplitud y solvencia el tema de la producción

pecuaria, las enfermedades transmisibles que afectan a los animales y las zoonosis que atacan al hombre, para servir de información y orientación para asegurar la sanidad de los alimentos y colaborar a la resolución de problemas sanitarios que afectan la economía pecuaria y la salud pública

BREVE ANALISIS DE LOS CAPITULOS DEL LIBRO.

La Primera parte cumple una especie de introducción teórica a los aspectos inmunológicos, involucrados con la vacunación, que es valorable y actual. Da una buena perspectiva de las etapas históricas desde Fracastorio de Verona, Jenner, Pasteur y Behering, hasta una perspectiva actual de las vacunas modernas, clasificadas según la naturaleza y estado del antígeno, con una clara concepción de lo que representan las vacunas DIVA, para diferenciar animales vacunados de los infectados, para los planes de control y erradicación de enfermedades.

Sigue en esta introducción conceptual de la inmunología teórica, con una muy buena síntesis sobre los MECANISMOS DE RESPUESTA INMUNE: RESPUESTA INMUNE HUMORAL Y CELULAR. Da una buena idea de lo que es la memoria inmunológica en relación con la respuesta inmune humoral; los linfocitos B y plasmocitos para entender la formación de anticuerpos específicos capaces de reconocer al antígeno, unirse y neutralizar su acción. También es clara la información sobre la respuesta inmune celular a cargo de los linfocitos; explica conceptos innovadores como los linfocitos T helper y T citotóxicos, y cómo se encargan de ayudar y coordinar el sistema para eliminar a las células infectadas. Se deben resaltar los muy buenos gráficos y figuras para ejemplificar los mecanismos inmunológicos.

Otro aspecto básico y fundamental que encara el libro, es el enfoque de la INMUNIDAD PASIVA, que está muy bien actualizado en el concepto del rol de las células en la transferencia de inmunidad pasiva de las madres a los neonatos, las estrategias de inmunidad pasiva local con anticuerpos homólogos y la administración oral de la IgY por la yema de huevo.

Otro capítulo que aporta una concepción informativa generalista pero muy valiosa, es el correspondiente a VACUNAS CONVENCIONALES Y NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO DE INMUNÓGENOS. Se señala en forma didáctica la tecnología del ADN recombinante “in vitro” o ingeniería genética, como un término general que engloba todas las técnicas experimentales que conducen a la transferencia de

información genética (ADN) desde un organismo a otro. Vacunas a subunidades, Vacunas vivas delecionadas y Vacunas vivas recombinantes. Las vacunas génicas, que utilizando la secuencia genómica, seleccionan y diseñan los antígenos más inmunógenos. Es interesante e instructiva, la mención de la “vacunología reversa” que se basa en iniciar el diseño mediante el chequeo del genoma completo del patógeno a fin de identificar genes que codifiquen, para lograr proteínas con potencial de ser buenos inmunógenos. Se señalan las principales áreas de aplicación de la genética reversa aplicando una didáctica información con gráficos aclaratorios.

Esta parte inicial se completa con el USO DE ADYUVANTES EN VACUNAS VETERINARIAS, y comienza con una referencia histórica muy apropiada sobre la labor de Gerardo Ramón con los toxoides y da una buena información sobre la teoría de los adyuvantes, explicando los casos de emulsiones agua-en-aceite (w/o) y emulsiones agua-aceite-agua (w/o/w), y los nuevos tipos de adyuvantes: con sistemas de carriers particulados. Desarrolla la innovación de la acción de las Nanopartículas líquidas (10 a 500 nm) dispersas en agua junto a un agente inmuno-estimulante compuesto, lo que crea un nuevo concepto de adyuvante (llamado “Inmunosol”). Tiene una sección interesante sobre efectos adversos y peligros potenciales de los adyuvantes.

La parte II, tiene capítulos de gran valor práctico, al aplicar los conceptos de vacunación a las patologías infecciosas, parasitarias mediante las distintas formas de vacunas. Incluye valiosos conceptos teóricos, alternando con metodología prácticas y lo hace, además, no olvidando el componente económico, tratado con la importancia que merece, pero sin sobrelimitarse a la temática específica del libro. Cubre los aspectos regulatorios y las buenas prácticas de manufactura y de laboratorio en la elaboración de vacunas y además las normas de bioseguridad, siguiendo las recomendaciones de los organismos internacionales. Creo que son tratados con idoneidad para cubrir la información necesaria de esa temática para los laboratoristas, técnicos oficiales e interesados en el tema. Es importante el detalle sobre el control de puntos críticos en el proceso de elaboración y aplicación de las vacunas de uso veterinario. Debe destacarse la inclusión del Laboratorio de diagnóstico como pieza clave para detectar los agentes infecciosos y la vigilancia epidemiológica.

En la III parte, merecen una consideración muy destacada y meritoria los Capítulos dedicados a VACUNAS DE USO EN AVICULTURA. Tiene un muy completo y complejo desarrollo del tema en la industria avícola, incluyendo las patologías, a virus,

bacterias y parasitarias (coccidiosis). En los TIPOS DE VACUNAS Y PROGRAMAS DE VACUNACIÓN EN SANIDAD PORCINA logra una muy buena la comprensión de la patología, las vacunaciones con antígenos inactivados y por recombinación genética, según los casos. Cubre muy bien aspectos relacionados con la inmunidad y la producción, en las distintas enfermedades.

El Capítulo de VACUNAS UTILIZADAS PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS EN EQUINOS tiene una buena descripción de patologías y vacunas, aplicables tomando las experiencias internacionales y las propias de la epidemiología del país.

La Sección de LAS ENFERMEDADES ANIMALES DE LOS BOVINOS Y OVINOS está muy bien encarada, porque describe cada patología en su prevención mediante la vacunación. Se detallan las vacunas de origen viral, bacteriano y parasitario en uso para la protección, el control y la erradicación de enfermedades de los bovinos y ovinos. Tiene un sentido práctico considerando, la magnitud de la producción bovina y ovina en Argentina y en la región, predominantemente de tipo extensivo. Determina un abordaje de tipo integral, detallando las vacunas por su naturaleza etiológica, por el cuadro patológico y/o el sistémico asociado y finalmente por el tipo de aplicación. Tiene un valorable criterio cuando aplica la utilización de la vacuna preventiva o en el control de enfermedades bajo programas oficiales, como el de la Fiebre Aftosa. Es, muy completa la descripción etiológica y patológica para enfermedades tratadas específicamente, en virología, bacteriología, incluyendo la etiología neonatal y las parasitosis hematógenas, adjuntando una bibliografía muy orientadora.

Cubre también los tipos de vacunas y esquemas de vacunación en caninos y felinos por etiología: virológicas, bacterianas y parasitológicas, que será un capítulo muy útil para los veterinarios dedicados a animales de compañía.

Incluye un Capítulo para la PREVENCIÓN Y CONTROL DE LAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS EN ACUICULTURA a través de la vacunación- inmunidad. Incluye un interesante adelanto innovador de los procesos inmunitarios a partir de células y partículas péptidas, para lograr la protección de los peces.

Por fin no podría faltar en una obra tan abarcadora un Capítulo sobre PREVENCIÓN Y CONTROL EN LAS ENFERMEDADES DE LAS ABEJAS, que actualiza al tema con idoneidad.

En las palabras finales, de la IV parte, el Dr. Schudel como editor, deja abierta la intención de la obra a las innovaciones y la intercorrelación que tiene hoy la actividad veterinaria con la salud pública, la producción económica y la política ambiental, lo que crea nuevas facetas en la clásica función de la medicina veterinaria.

Como conclusión debo decir que es una gran satisfacción que el Dr. Schudel haya podido editar en la Argentina un compendio de esta naturaleza. Es gratificante ver cómo se ha podido coordinar una gran cantidad de especialistas de la profesión, que con gran solvencia y actualización han podido enhebrar una obra de particular valor, calidad científica y sentido práctico. Le auguramos el mayor de los éxitos, con futuras ediciones actualizadas y la utilidad que puede significar para la profesión en el futuro, poder presentarlo en varios idiomas.

Dr. Emilio Gimeno. 17 de octubre de 2017

Presentación del libro por Alejandro A. Schudel

“La vacunación en la prevención, el control y la erradicación de enfermedades infecciosas de los animales”

16 de noviembre 2017

Dr. Alejandro A. Schudel

Sr. Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Sres. Académicos, Autoridades de organismos oficiales y privados, Sras. y Sres.

Gracias Sr. Presidente de la ANAV por permitir la presentación de esta obra Editada por la Fundación PROSAIA y donde entre otros han participado activamente 7 Académicos de número y correspondientes de esta Academia y gracias Académico Dr. Gimeno por su detallado y sintético análisis de la obra.

El propósito de esta obra es llegar a profesionales veterinarios, estudiantes, investigadores científicos y productores pecuarios con una información focalizada en los principios científicos y técnicos que explican el funcionamiento de las vacunas tanto en su constitución, los mecanismos de respuesta del hospedador, la medición de esa respuesta y su uso apropiado

Para ello se ha contado con la colaboración de destacados autores, quienes son sus verdaderos protagonistas y a quienes Fundación PROSAIA les agradece su generosa colaboración. Los autores pertenecen a diversas instituciones oficiales y privadas del país y del exterior, y han colaborado en esta edición representando a muy diversas áreas del conocimiento, desde la biología, la bioquímica, la biología molecular, la etología y otras no menos importantes. Se ha enfocado el tema aportando diversidad y profundidad a la Medicina Veterinaria en el campo de la prevención y control de las enfermedades infecciosas de los animales con verdadero sentido de equipo. Al editor le ha correspondido la tarea de focalizar a los autores en los que?, porque? y cómo?, limitando a los autores en sus valiosos aportes sobre los mecanismos potenciales, donde seguramente en el futuro serán sus firmes protagonistas.

El prólogo ha sido elaborado por el Dr. Jaques Rene Parraud, quien con quien compartimos la visión sobre la importancia del tema hace más de 40 años y fué quien abrió las puertas de varias instituciones al desarrollo de recursos humanos y sobre todo a la relación Público-Privada, elemento indispensable para el desarrollo de productos de este tipo basados en el mejor conocimiento científico. Afortunadamente Jaques pudo revisar la obra en sus últimos estadios de edición antes de su fallecimiento en diciembre de 2016. A él, un reconocimiento muy especial.

En el área de las enfermedades infecciosas animales, la evolución de los conocimientos ha sido, es y será de tremenda importancia para el desarrollo pecuario, la producción y la disponibilidad de alimentos de origen animal y la seguridad sanitaria de los alimentos. Como ejemplo el desarrollo de la avicultura durante algunas décadas del siglo pasado, evolucionó desde una producción de subsistencia a un “sistema productivo integrado en forma vertical” de aplicación mundial. Este logro ha sido posible por la superación de los efectos negativos de enfermedades que afectaron la sostenibilidad de sistemas intensivos de producción, y se logró a través del desarrollo y aplicación de vacunas de alta eficacia y de métodos efectivos de aplicación. Ej. Newcastle y Bronquitis, y Enfermedad de Marek en la década del 70.

El escenario productivo pecuario indica que las tecnologías de producción se están globalizando, y en todos los casos se trata de obtener mayor eficiencia, lo que determina entre otros, sistemas integrados en forma vertical, y una mayor concentración de animales, pasando de sistemas extensivos a sistemas intensivos y programados de producción. Este cambio determina la necesidad de aplicar “planes sanitarios preventivos” basados en las Buenas Prácticas Sanitarias (BPS) a fin de minimizar costos y optimizar la producción. Y es en este terreno donde las vacunas y la vacunación tienen un lugar destacado junto a otras alternativas sanitarias

Las organizaciones internacionales de referencia estiman que la población mundial en el año 2050 ha de alcanzar a 9000 millones de personas. Garantizar la seguridad alimentaria demandará de un aumento significativo en la producción de alimentos a nivel mundial que solo será logrado con una intensificación en los sistemas de producción y comercialización de alimentos de origen vegetal y animal.

En el ámbito de la producción pecuaria, la prevención y el control de las enfermedades transmisibles que afectan a los animales y a los animales y el hombre (zoonosis) pasarán a ser un factor principal para garantizar la seguridad alimentaria, la seguridad sanitaria de

los alimentos y la economía a nivel mundial. Este aspecto es de fundamental importancia en la nueva etapa productiva, ya que el alcance de alguna de estas epidemias no sólo afecta al ámbito local, sino que puede afectar significativamente el comercio internacional. El efectivo control y prevención de la Fiebre Aftosa y otras enfermedades transfronterizas, así como las principales zoonosis y las enfermedades infecciosas de los animales que afectan el comercio internacional, la seguridad sanitaria de los alimentos, la salud pública y la producción, pasan a tener un rol protagónico a nivel mundial, y su prevención y rápido control toman carácter de Bien Público ya que pueden afectar la sostenibilidad global de la población. Afortunadamente se ha avanzado significativamente en estos últimos años, tanto en los aspectos científicos y técnicos como en los operativos, prueba de ello es la erradicación a nivel planetario de una de las enfermedades transmisibles más peligrosas de los animales, la Peste Bovina. Quedan sin embargo muchas más por erradicar y/o controlar, además de las nuevas y emergentes que caracterizan a la globalización de estos años.

Las vacunas y la vacunación en la prevención, el control y la erradicación de las enfermedades animales y las zoonosis representan una de las tecnologías sanitarias más eficaces para el logro de esos objetivos en todas las especies animales, tanto en sistemas extensivos como en los sistemas intensivos de producción animal

Las Ciencias Veterinarias han estado íntimamente asociados al desarrollo y aplicación de vacunas para la prevención, el control y la erradicación de enfermedades de los animales, y muchos de sus desarrollos e innovaciones han sido pioneros en la materia y de aplicación a nivel mundial. Uno de los principales motivos del éxito logrado reside principalmente en el enorme conocimiento científico adquirido durante la última centuria sobre los agentes etiológicos involucrados, los mecanismos de respuesta inmune del hospedador y las condicionantes ambientales donde ocurre esta interacción

La vaccinología ha evolucionado de acuerdo *“al mejor estado del arte y el conocimiento en la materia”* donde el conocimiento científico desarrollado sobre la etiopatogenia de las enfermedades infecciosas de los animales y las zoonosis, y en particular sobre los mecanismos de respuesta inmune han posibilitado el desarrollo y el perfeccionamiento de la *“herramienta vacuna”* con novedosas presentaciones y formas de aplicación. En este aspecto ha sido fundamental el relacionamiento de los sectores de investigación y desarrollo del sector público y privado, y la disponibilidad de equipos e infraestructura que facilitaron la rápida incorporación de estas novedades al sistema productivo.

Otro aspecto de interés, es la masa crítica de recursos humanos y de infraestructura desarrollada durante las últimas décadas en diferentes instituciones científicas, técnicas y académicas que continuando con la tradición científica de los maestros pioneros han producido relevantes contribuciones en esta área, y que siendo reconocidas a nivel mundial le permiten participar bis a bis con los mejores centros del conocimiento, y de esta manera incorporar rápidamente los avances y desarrollos al sector productivo pecuario nacional. Este valioso recurso es el que asegura la continuidad del servicio y liderazgo en esta área.

Se debe destacar que en todos los casos, los nuevos desarrollos y metodologías han estado asociados a una intensa tarea de transferencia y capacitación sobre estas nuevas herramientas, a los Asesores Veterinarios oficiales y privados. La asistencia técnica del Asesor Veterinario privado y oficial y el apoyo del laboratorio de diagnóstico veterinario en esta etapa, son un factor determinante en el diseño y aplicación de criterios preventivos y de control en el uso de biológicos veterinarios. A medida que se intensifican los sistemas productivos pecuarios, junto a los nuevos desarrollos e innovaciones, se requiere además la incorporación de uso de procedimientos sanitarios basados en buenas prácticas en todas las etapas del proceso. Del “campo al plato” implica certificar la calidad sanitaria de un alimento de origen pecuario.

Adicionalmente la evolución del conocimiento científico en cuanto al uso de vacunas, ha facilitado la formulación de nuevas vacunas, más eficaces y seguras, de vacunas combinadas y vacunaciones simultáneas, lo que ha permitido el diseño de formulaciones vacúnales que se adaptan a los diferentes sistemas de producción en aves, cerdos, bovinos, peces y animales de compañía, cuidando de los aspectos de bienestar animal.

Para finalizar, considerando los avances realizados en el desarrollo y aplicación de la vacunas para la prevención, el control y la erradicación de enfermedades de los animales y las zoonosis, se podría afirmar que con las vacunas y la vacunación, las Ciencias Veterinarias han efectuado una enorme contribución en el ámbito de la Salud y Producción Animal y la Salud Pública Veterinaria, con tremendas implicancias económicas y sociales que exceden el ámbito de la Salud Animal.

Muchas gracias por su atención.

Dr. Alejandro A. Schudel