



ACCIÓN DE LAS AGUAS CLORURADAS SOBRE LOS CEREALES

POR

DIONISIO N. GUGLIELMETTI

Ingeniero Agrónomo

Adscripto a la Estación Agronómica

INTRODUCCIÓN

Como en determinadas ocasiones, debido al medio en que se actúa, es necesario utilizar aguas de riego con un exceso de sales solubles sobre los límites establecidos en las aguas aptas para regadío, nos propusimos determinar, dentro de qué márgen estas aguas resultan directamente nocivas por exceso de las mismas y resolvimos comenzar estudiando el efecto que las aguas cargadas artificialmente con cantidades crecientes de cloruro de sodio ejercían sobre los cereales.

Expreso desde ya mi agradecimiento a mi estimado ex-Profesor y amigo, Doctor Enrique Herrero Ducloux, por sus atinadas indicaciones sobre interpretación y consecuencias de la experiencia, y a mi apreciado colega Ingeniero Alejandro Botto le agradezco las atenciones que conmigo ha tenido.

FORMA EN QUE SE DISPUSO LA EXPERIENCIA

Tomamos veinte y ocho macetas comunes, de igual diámetro y altura e introdujimos en cada una de ellas

tres kilogramos de tierra cuyo análisis vá a continuación:

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SUELO

Reacción	neutra
Pérdida al rojo.....	% 5 220
Humedad	„ 31.60
Arena gruesa	„ 26.780
Calcáreo de la arena gruesa	„ 0.017
Materia orgánica de la arena gruesa	„ 0.150
Arena fina.....	„ 48 590
Calcáreo de la arena fina.....	„ 0.258
Materia orgánica de la arena fina .	„ 1.600
Arcilla	„ 14.993
Humus	„ 1.507

ANÁLISIS QUÍMICO

Azoe total (orgánico y amoniacal). %	1.120
Fósforo en $P_2 O_5$	„ 2.100
Potasio en $K_2 O$	„ 1.595
Calcio en $Ca O$ (asimilable)	„ 2.750
Hierro y Aluminio en $Fe_2 O_3$ y $Al_2 O_3$..	„ 25.600
Cloruros en Cl	„ 0.104

La altura de las macetas era de 21 centímetros y la tierra en la parte superior tenía una superficie aproximada de tres decímetros; colocamos las macetas aisladas del suelo, bajo un techo de paja abierto por sus cuatro costados, para que dentro de lo posible la vegetación se desarrollase como normalmente lo hace en los sembrados rurales; por medio del techo impedíamos que las aguas pluviales lavasen las tierras, de modo que durante todo su período vegetativo la *única agua*, (excepción hecha de la condensada por higroscopicidad) *de que han dispuesto los cereales, ha sido la que nosotros periódicamente le suministrábamos por medio de riegos.*

Con las veintiocho macetas formamos cuatro grupos que designaremos, para mayor claridad, con las letras A,

La cantidad total de agua que se les suministró mientras duró la experiencia, (24 de Julio — 24 de Noviembre de 1916) fué de nueve litros por maceta, equivalente a trescientos milímetros de agua, distribuídos en veinte riegos.

Es necesario no olvidar que esos trescientos milímetros de agua fueron la única fuente de humedad útil de que dispusieron los cereales durante todo su ciclo evolutivo.

Resumimos en un cuadro para mayor claridad, la forma en que se realizó la experiencia:

	Macetas Nº 1	Macetas Nº 2	Macetas Nº 3	Macetas Nº 4	Macetas Nº 5	Macetas Nº 6	Macetas Nº 7
A-Trigo	Regadas con agua	Regadas con agua	Regadas con agua	Regadas con agua	Regadas con agua	Regadas con agua	Regadas con agua
B-Avena	testigo.	testigo	testigo	testigo	testigo	testigo	testigo
C-Cebada		adiciona- da con 1,2	adiciona- da con 1	adiciona- da con 1,2	adiciona- da con 2	adiciona- da con 2,1,2	adiciona- da con 3
D Centeno		$\frac{0}{100}$ de Na Cl	$\frac{0}{100}$ de Na Cl	$\frac{1,2}{100}$ de Na de Cl	$\frac{0}{100}$ de Na Cl	$\frac{2,1,2}{100}$ de Na de Cl	$\frac{0}{100}$ de Na Cl

Cantidad total de agua proporcionada: nueve litros, equivalente a trescientos milímetros. Número de piés en cada maceta, seis.

MARCHA DE LA VEGETACIÓN

El desarrollo de los cereales en *todas las macetas*, puede considerarse como normal, si tomamos como tipo de comparación el testigo, notándose respecto a su crecimiento en los primeros días de Octubre, época en que fueron tomadas las fotografías N^{os} 1, 2, 3 y 4 que acompañamos, lo que pasamos a exponer:

Trigo — Los de las macetas números 2, 3, 4, 5 y 6 más vigorosos y de mayor altura que el testigo; el número 7 más o menos con igual desarrollo que el testigo.

Avena — Los piés desarrollados en las macetas números 2, 3 y 4, se presentan más o menos en iguales condiciones que el testigo; los de los números 5, 6 y 7, con menos desarrollo que éste, sin presentar signos visibles de sufrimiento.

Cebada — Las de las macetas números 2, 3, 4, 5 y 6, se han desarrollado más o menos como la testigo: la del número 7 tiene menor desarrollo que ésta sin presentar signos visibles de sufrimiento.

Centeno — El desarrollo en la maceta número 7 es el más vigoroso de todos; los de las macetas números 2, 3 y 5, se encuentran más o menos en iguales condiciones que el testigo: los de las macetas 4 y 6 menos vigoroso que éste, sin presentar signos visibles de sufrimiento.

En ninguno de los cuatro grupos se observaron diferencias sensibles en el diámetro de las cañas, en los espacios internodiales, ni en la longitud y anchura de las hojas.

A causa de un accidente imposible de preveer, que nos destruyó las espigas, nos fué imposible realizar la cosecha; no obstante en las fotografías números 5, 6, 7 y 8 que acompañamos, tomadas el 23 de Noviembre, puede verse que todos los cereales han espigado y nosotros hemos comprobado después del accidente mencionado, que las espigas tenían todas el grano al estado lechoso perfectamente formado.

El día que se tomaron las susodichas fotografías se constató lo que pasamos a exponer y que es fácilmente visible en ellas:

Todos los trigos regados con agua cargada artificialmente de cloruro de sodio han producido mayor número de espigas que el testigo, el que tenía dos abortadas, llegando a tener desarrollado en la maceta número 7, que fué regado con agua testigo adicionada con tres mil de cloruro de sodio, ocho espigas.

El número de panojas, de las avenas es uniformemente el mismo en todas las macetas (varían de 4 a 5), excepción hecha de la desarrollada en la maceta número 3 que presenta 7.

Las cebadas regadas con aguas cargadas de cloruro de sodio se presentan todas más desarrolladas y con igual o mayor número de espigas que la testigo, la cual presenta también dos abortadas.

El centeno que ha producido mayor número de espigas es el desarrollado en la maceta número 7, que ha dado once; los de las macetas 2 y 5 tienen una espiga menos que el testigo que ha producido siete; los de las macetas números 3, 4 y 6 tienen el mismo número.

Como por el accidente mencionado, nos fué imposible realizar el análisis de los granos para determinar así directamente su enriquecimiento en cloruros, realizamos ésta determinación en las tierras de las macetas, y los resultados son los que a continuación exponemos.

Para la determinación de los cloruros en las tierras hemos seguido el procedimiento aconsejado por el Comité Consultor de las Estaciones Agronómicas Francesas.

La cantidad de cloruro de sodio está dada en cloro y por mil.

CUADRO N° 1

	Tierras de la maceta N° 1	Tierras de la maceta N° 2	Tierras de la maceta N° 3	Tierras de la maceta N° 4	Tierras de la maceta N° 5	Tierras de la maceta N° 6	Tierras de la maceta N° 7
Trigo . . .	0.068	0.213	0.265	0.866	0.745	0.798	0.923
Avena . .	0.095	0.248	0.426	0.532	0.958	1.065	1.668
Cebada	0.092	0.202	0.390	0.603	0.674	0.781	1.171
Centeno	0.090	0.142	0.248	0.605	0.603	0.958	1.238

A continuación resumimos en un cuadro la cantidad de cloruro de sodio por mil de tierra que se ha agregado a cada maceta por medio del agua de riego. No se computan los cloruros del agua testigo.

CUADRO N° 2

	Macetas N° 1	Macetas N° 2	Macetas N° 3	Macetas N° 4	Macetas N° 5	Macetas N° 6	Macetas N° 7
	‰	‰	‰	‰	‰	‰	‰
Trigo . .	Los cloruros que llevaba el agua testigo.	0.5	3	4.5	6	7.5	9
Avena		0.5	3	4.5	6	7.5	9
Cebada .		0.5	3	4.5	9	7.5	8
Centeno		0.5	3	4.5	6	7.5	9

Estudiando el cuadro número 1, se vé que la cantidad de cloruros que ha quedado en cada tierra, sigue una escala ascendente en la avena y la cebada; se notan variaciones en el trigo (macetas números 4, 5 y 6) y en el centeno (macetas números 4 y 5), lo que puede explicarse fácilmente por el desigual desarrollo foliáceo o bien atribuirse a caracteres de individualidad.

Teniendo presente que el cloruro de sodio cuando se presenta en los suelos en la proporción de *uno por mil* es, según manifiestan autoridades en la materia, muy nocivo, realizamos la experiencia casi convencidos de que algunos de nuestros cultivos (macetas números 5, 6 y 7) se malograrían; no obstante puede comprobarse todo lo contrario y en muchas macetas parece que el cloruro de sodio hubiese desempeñado el rol de estimulante.

Esta aparente contradicción se explica si se tiene presente que todos o casi todos los suelos que tienen una elevada proporción de cloruros, tienen también cantidades variables de carbonatos y sulfatos alcalinos, cuya acción sobre los vegetales es francamente nociva.

Tratando de explicarnos la acción estimulante que sobre los vegetales ha ejercido el cloruro de sodio en nuestra experiencia, y teniendo presente que el suelo en qué habíamos trabajado era *pobrisimo en calcáreo*, determinamos en qué proporción este elemento era soluble en las aguas cloruradas realizando las experiencias siguientes:

Tomamos dos balones de un litro de capacidad e introducimos en cada uno un gramo de carbonato de calcio puro; en uno de ellos agregamos además cinco gramos de cloruro de sodio puro y luego vertimos en ambos medio litro de agua destilada, previamente hervida durante quince minutos; enseguida tapamos, agitamos ambos balones medio minuto y dejamos en reposo veinticuatro horas; la experiencia duró cinco días, repitiendo la agitación los tres días restantes y decantando por filtración el quinto; la temperatura media del laboratorio era de quince

grados, La determinación del calcio se hizo gravimétricamente. Los resultados fueron los siguientes:

TESTIGO	EN PRUEBA
Calcio disuelto en CaO ‰ 0.0140	Calcio disuelto en CaO ‰ 0.0408
El carbonato de calcio estaba en la proporción de 2 ‰.	El carbonato de calcio estaba en la proporción de 2 ‰ y el cloruro de sodio en la proporción de 10 ‰.

SEGUNDO ENSAYO

Las proporciones de las sustancias fueron las mismas lo único que varió fué la duración del ataque que duró siete días y la temperatura del laboratorio que era de diez y seis grados. Los resultados son los siguientes:

TESTIGO	EN PRUEBA
Calcio disuelto en CaO ‰ 0.016	Calcio disuelto en CaO ‰ 0.0424

Debemos hacer notar que en los dos ensayos las soluciones de los balones que contenían carbonato de calcio y cloruro de sodio, tenían una reacción francamente alcalina, lo que constatamos con fenolftaleína. En cambio en las soluciones de los balones testigos el indicador no viró.

La reacción podría interpretarse en esta forma:



Como se vé el cloruro de sodio ha movilizado el calcáreo y teniendo en cuenta que ejerce la misma acción sobre las sales de potasio quedaría en parte explicada la acción estimulante que las aguas cloruradas han ejercido en nuestra experiencia. Y decimos que explicaría solo en parte, porque esta doble descomposición, que origina una sal de calcio soluble, nos deja suponer que las aguas cloruradas pueden ejercer influencia sobre otros elementos indispensables para que los vegetales se desarrollen normalmente y que se encuentran en el suelo bajo la forma de combinaciones insolubles.

CONCLUSIONES

1.º En tierras de composición semejante a la que nosotros hemos realizado nuestra experiencia, el trigo pampa, la avena común, la cebada forragera y el centeno soportan aguas de riego que contengan hasta tres por mil de cloruro de sodio, sin que los cereales presenten signos visibles de sufrimiento.

2.º Si la región donde se practique el riego es seca y el terreno tuviese sub-suelo impermeable podría llegarse a la esterilidad del mismo por la acumulación de sales solubles.

3.º En el caso de practicarse riegos con aguas cloruradas, es necesario vigilar constantemente el enriquecimiento del suelo de sales solubles, y el empobrecimiento del mismo en calcáreo.

4.º Aconsejamos el procedimiento que hemos seguido, plantando sucesivamente año tras año los hijos de las mismas semillas para tratar de obtener por *adaptación* simientes dotadas de un cierto grado de resistencia a las sales solubles y poder aprovechar así, terrenos salitrosos hasta hoy completamente improductivos.

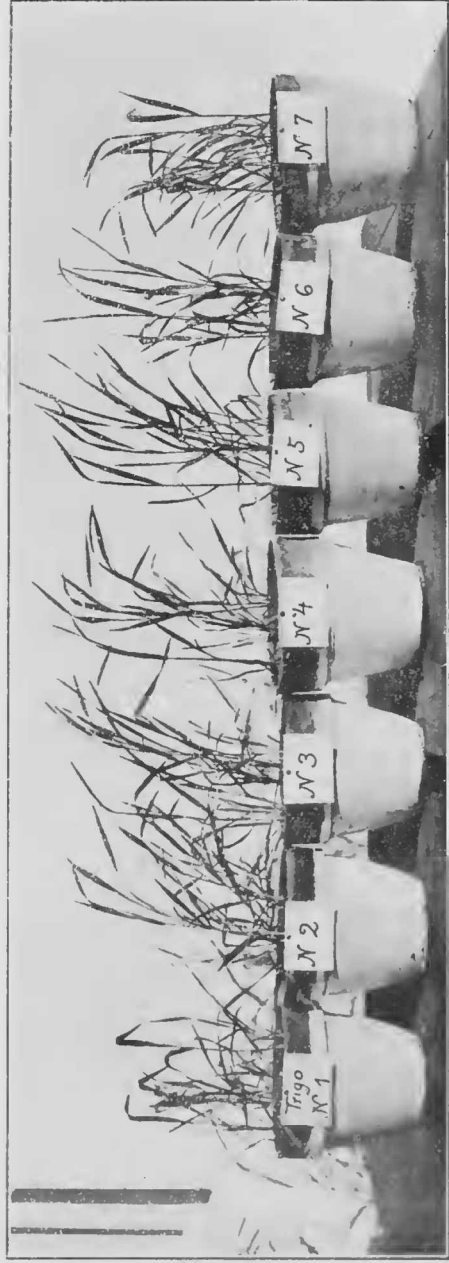


Figura 1

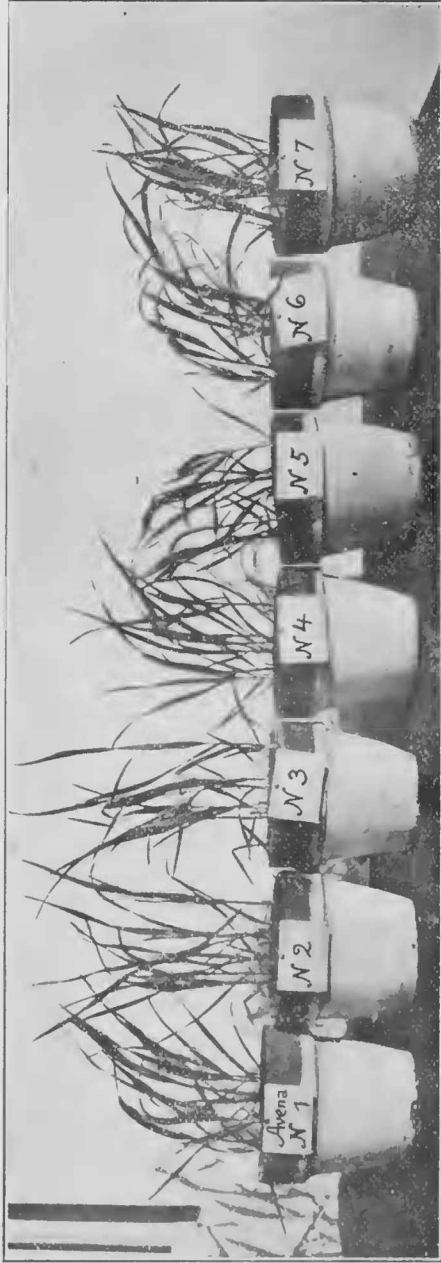


Figura 2

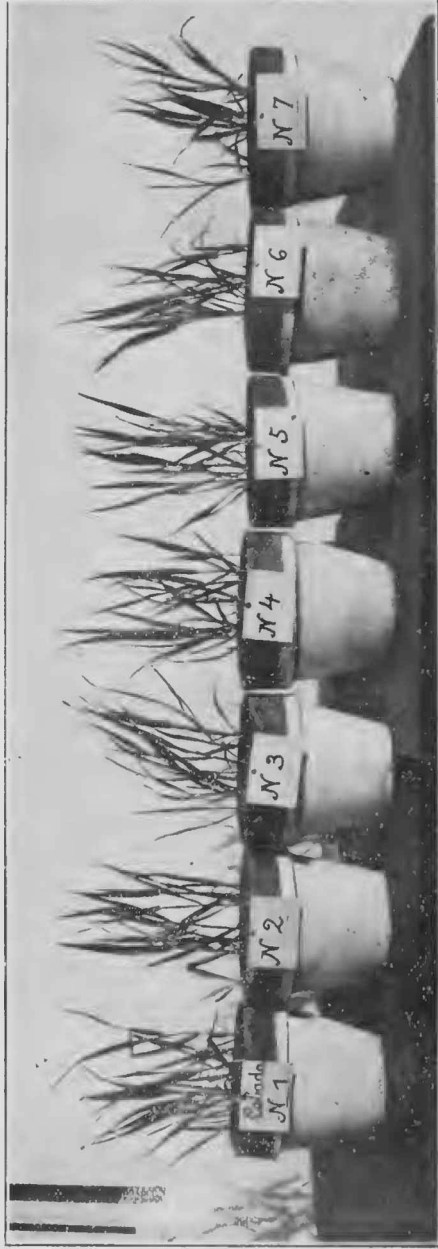


Figura 3

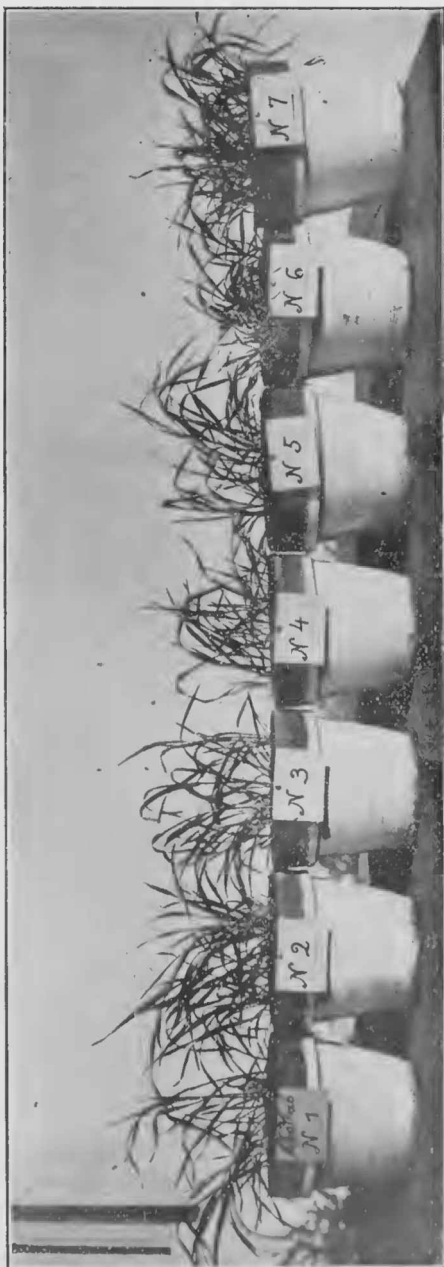


Figura 4

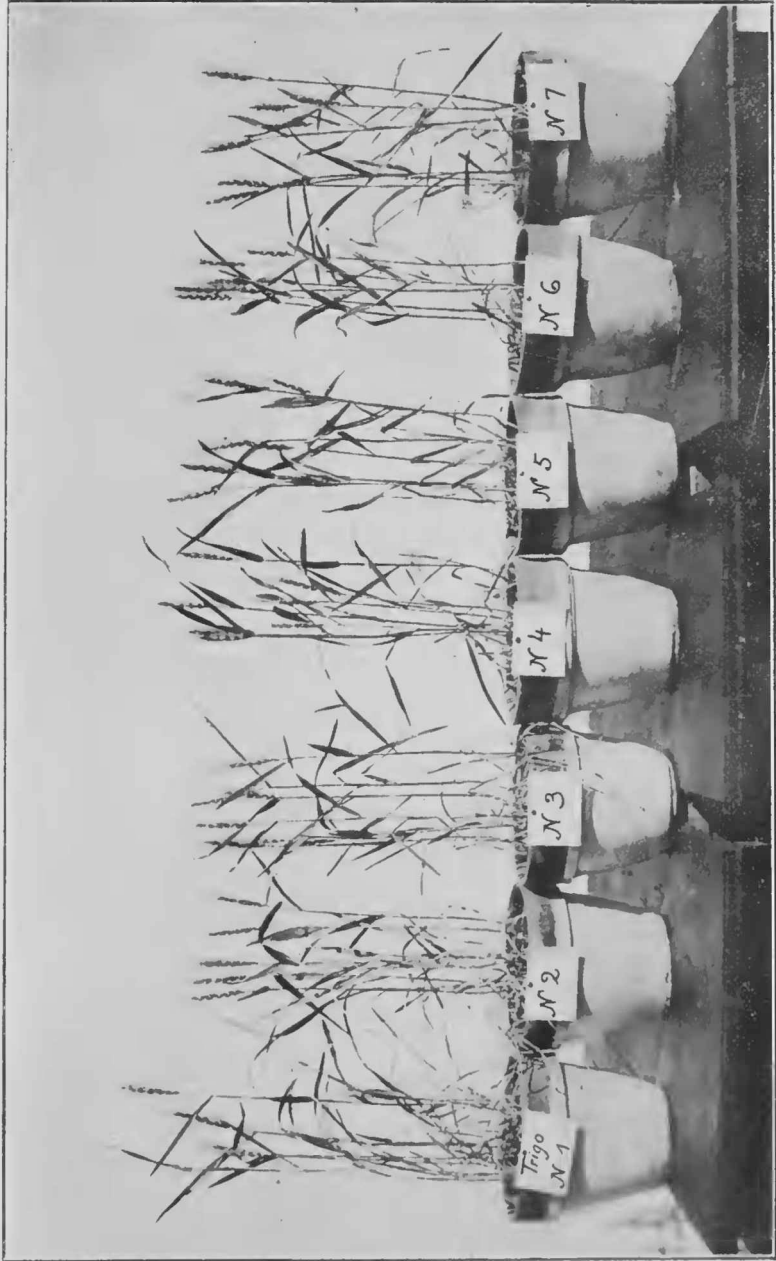


Figura 5



Figura 6



Figura 7



Figura 8

BIBLIOGRAFÍA

CORRESPONDIENTE A LOS LIBROS RECIBIDOS
DESDE ENERO A JULIO DEL AÑO 1919

- 1.º Paraguay. «Crónicas Americanas», segunda edición aumentada, por W. Jaimen Molins. B. Aires, 1916.
- 2.º «Silos, Ensilajes, Silajes», por Martín Julio Ledesma, Ingeniero Agrónomo. B. Aires, 1919.
- 3.º «Revista do Museu Paulista», Tomo X. Sao Paulo, 1918.
- 4.º «Anales de Instrucción Primaria». Años XV-XVI. Tomo XV, Nº 1-12. Julio de 1917-Junio 1918. Montevideo, 1918.
- 5.º «Memoria presentada al Congreso de la Nación por el Ministro de Agricultura, Dr. Adolfo Mugica». 1912. B. Aires, 1913.
- 6.º «Memoria de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología» correspondiente al año 1914. B. Aires, 1916.
- 7.º «Memoria de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología» correspondiente al año 1913. B. Aires, 1915.
- 8.º «Memoria presentada al Congreso de la Nación, por el Ministro de Agricultura, Dr. Horacio Calderón». 1913. B. Aires, 1915.
- 6.º «Anuario del Comercio Exterior de la República Argentina, año 1916». B. Aires, 1918.
- 10.º «Memoria presentada al Congreso de la Nación, por el Ministro de Agricultura Dr. Honorio Pueyrredón». 1916. B. Aires, 1918.
- 11.º «La Acción Fisiológica de los Extractos Hipofisarios» por el Dr. Bernardo A. Hussey. B. Aires, 1918.
- 12.º «República del Paraguay, Anuario Estadístico». 1916. Asunción, 1917.
- 13.º «Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro». Volúmen XXI. Rio de Janeiro, 1918.