

*Reconfiguración del oligopolio mundial y cambio tecnológico frente a la agricultura 4.0: implicancias para la trayectoria de la maquinaria agrícola en Argentina**

Reconfiguration of the world oligopoly and technological change vis-à-vis the agriculture 4.0: implications for the trajectory of agricultural machinery in Argentina

**Pablo Lavarello, Damián Bil, Regina Vidosa y
Federico Langard****

RESUMEN

Este trabajo analiza la denominada *agricultura 4.0* como el proceso actual de convergencia entre la industria de maquinaria agrícola y las nuevas tecnologías digitales, y plantea que este es expresión de la creciente rivalidad al interior de los oligopolios mundiales. En este marco, este trabajo discute cómo las relaciones estables entre los miembros del oligopolio son puestas en tensión en el plano de la competencia tecnológica por el control de las plataformas y los estándares en la transferencia de datos. Se analiza cómo la trayectoria histórica de esta industria en Argentina y su evolución reciente se ven afectadas por la difusión de la agricultura de precisión, planteando los desafíos que implica para esta industria.

*Este documento refleja el primer avance preliminar del análisis de diagnóstico de la industria de maquinaria agrícola, cuyo capítulo internacional y el análisis de la trayectoria histórica en Argentina fueron redactados por Damian Bill, Pablo Lavarello, Regina Vidosa y Federico Langard. El mismo recoge las discusiones con Luciana Guido, Gonzalo Sans Cervino, Jazmín Castaño y Mariel de Vita, desarrolladas en el marco del Proyecto Unidades Ejecutoras, Centro de Estudios Urbanos y Regionales (PUE CEUR).

** La pertenencia institucional de P. Lavarello, D. Bil y R. Vidosa es el Conicet, Centro de Estudios Urbanos y Regionales; y F. Langard revista en la Facultad de Humanidades y Ciencia de la Educación, Universidad Nacional de La Plata.

Palabras clave: maquinaria agrícola, agricultura de precisión, oligopolio mundial, estrategias de firmas.

ABSTRACT

This work analyzes the *agriculture 4.0* as the contemporary convergence process between the agriculture machinery industry and the new digital technologies, which reflects an increasing rivalry in global oligopolies. From this framework, it discusses how stable relationships among oligopoly members are jeopardized as soon as different oligopolies fight for the control of global platforms and data standards. This work analyzes how the historic trajectory of Argentina's agriculture machinery has been affected by recent diffusion of precision agriculture, and the challenges for this industry.

Keywords: agriculture machinery, precision agriculture, global oligopolies, firms' strategy.

Fecha de recepción: 24 de septiembre de 2019

Fecha de aceptación: 5 de noviembre de 2019

Introducción

La crisis económica global desatada en el año 2008 en la esfera financiera plantea nuevos desafíos para los países con una especialización de base agrícola. Los efectos de esa crisis no se manifestaron en los países exportadores agroindustriales hasta que la desaceleración de la economía china en 2013-2014 impactara en los precios de las materias primas agropecuarias. En este marco, después de un breve período de acciones de política industrial orientadas a proteger a la base industrial nacional de los efectos de la sobre-producción, una nueva gestión de gobierno adoptó una nueva fase de liberalización comercial y financiera que aumentó la fragilidad de varios sectores en los que se apoya el dinamismo de la agricultura argentina, como el de la industria de maquinaria agrícola (MA).

Mientras Argentina atraviesa un proceso de drástica contracción de su industria local, los principales capitales del agro negocio a nivel global, apoyados en las políticas industriales de sus países de origen, libran una batalla por el control de las nuevas tecnologías digitales en el marco de la denominada *cuarta revolución industrial*. Partiendo de una perspectiva analítica que analiza la difusión de la tecnología como un proceso indisoluble de las relaciones de rivalidad y cooperación en los oligopolios

mundiales, el objeto de este documento es el proceso de *convergencia tecnológica* entre la trayectoria tecnológica de la industria de maquinaria agrícola y las nuevas tecnologías digitales. Argentina se encuentra entre los mercados más relevantes de la industria mundial de maquinaria agrícola dada la sofisticación e importancia de su agricultura pampeana.

La industria de maquinaria agrícola a nivel mundial atraviesa una crisis y recomposición de su estructura productiva con posterioridad a la crisis del año 2008. Diversos factores explican este proceso de rivalidad y cooperación en el marco de una estructura de mercado caracterizada por las relaciones oligopólicas. En primer lugar, una sobreproducción que se profundizó entre los años 2013 y 2017, parcialmente absorbida desde 2018 con la leve recuperación de los precios de las materias primas agrícolas. Por otra parte, las principales firmas que forman parte del oligopolio mundial están preparándose para expandirse sobre una demanda que se recupera a tasas menores que el período previo al 2013, con una reconfiguración de sus cadenas de aprovisionamiento. Además, contra toda visión de oligopolio como estructura estable, se agudiza la rivalidad intra-sectorial e inter-sectorial entre las firmas, mediante absorción y/o alianzas con empresas en los nuevos segmentos, en los que el control de la agricultura digital y las plataformas de datos pasan a ser los espacios de cooperación y rivalidad.

En este marco de crisis y recomposición en el oligopolio mundial de la maquinaria agrícola, estas notas buscan analizar el actual proceso de convergencia entre la industria de maquinaria agrícola y las nuevas tecnologías digitales. La convergencia entre las trayectorias tecnológicas de la maquinaria agrícola y las tecnologías digitales ha abierto un gran campo de difusión de la inteligencia artificial, la robótica, la impresión 3D, el internet de las cosas (IoT), que combinada con nano y biotecnologías vienen a definir lo que ciertos autores y organizaciones vinculadas a la cúpula de los grandes capitales globales han popularizado como *la cuarta revolución industrial* (Schwab, 2016). Si bien es importante señalar que dicha denominación posee una mayor carga simbólica que histórica, es innegable que la misma constituye una nueva fase en la difusión del paradigma tecnológico de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) con implicancias mayores sobre la competencia¹.

Apoiada en la reducción sensible de los costos de los microprocesadores, sensores y el desarrollo de la infraestructura digital de internet, esta nueva fase del paradigma de las TIC posibilitaría la difusión hacia los

¹ Para una discusión sobre lo apropiado de este concepto ver Yoguel et al (2019).

procesos productivos a partir de la convergencia con otros paradigmas tecnológicos, como el de la metalmecánica, microelectrónica, la biotecnología y la nanotecnología. Las TIC dejarían de orientarse exclusivamente hacia la reducción del tiempo -y costos- de circulación para avanzar sobre los tiempos de producción generando una recuperación de la rentabilidad a partir de la reducción del tiempo en el cual los medios de producción se encuentran en estado latente.

Aún si dicha promesa de recuperación de la rentabilidad de la nueva fase del paradigma de las TIC aún no se ha hecho efectiva, la misma pone en tensión la apropiación del excedente a través de la competencia, y en el marco del recrudescimiento de dicho proceso en varios casos redefine las fronteras sectoriales hacia las que se expanden los grandes grupos, así como las formas de competencia y la relación entre el Estado y la sociedad.

En este marco este trabajo discute cómo las *relaciones estables* entre los miembros del oligopolio son puestas en tensión en el plano de la competencia tecnológica por el control de las plataformas y los estándares en la transferencia de datos. Es detrás de esta tensión que es posible repensar a la industria 4.0 como una nueva fase de difusión del paradigma de las TICs. A diferencia de las fases previas, que se basaban en una dinámica de sustitución de tecnologías existentes por otras nuevas con la entrada de nuevos actores, la industria 4.0 se encuentra asociada a aprovechar las complementariedades entre un conjunto de nuevas tecnologías *facilitadoras* -como la internet de las cosas, la analítica en la nube y el big data- y las trayectorias tecnológicas existentes. En ese marco se abre una nueva fase de rivalidad interindustrial en el que coexisten grandes grupos de tecnología triunfantes de la expansión de plataformas en base a internet (Google, Facebook, Amazon), y por el otro, grandes incumbentes industriales (General Electric, Siemens) y, en el caso de la denominada *agricultura 4.0* importantes grupos del agro-negocio (John Deere, AGCO, Monsanto).

Luego, en la segunda sección se discuten cuáles son las oportunidades tecnológicas asociadas a la difusión de las nuevas tecnologías digitales, identificando cuáles son las tecnologías del nuevo sistema técnico. En la tercera sección se indaga cómo la reestructuración de la cadena de valor de la industria de maquinaria agrícola responde a una reconfiguración del oligopolio mundial frente al proceso de convergencia tecnológica MA y TIC en los sistemas de agricultura digital a nivel internacional. La cuarta sección analiza, para el caso de Argentina, la trayectoria histórica de esta industria y su evolución reciente. La siguiente sección indaga en la difusión reciente de la agricultura de precisión en Argentina y las posibilidades de articulación en un nuevo sistema técnico. En las conclusiones se resumen los principales

resultados y se presentan las heurísticas para investigaciones futuras.

Nuevo paradigma tecnológico y agricultura digital: convergencia entre trayectorias tecnológicas

Ciertos autores, apoyados en el legado de Schumpeter, plantearon durante la década de 1980 que la revolución microelectrónica, y luego la difusión de las TICs, dieron lugar a la emergencia de un *nuevo paradigma tecno-económico* con implicancias mayores en las estructuras industriales (Freeman, 1984; Freeman y Perez, 1988). En tanto transversales, estas tecnologías generarían oportunidades de desarrollo de nuevas actividades y afectarían al conjunto de actividades a través de aumentos de productividad -y empleo- en la economía.

En particular, Freeman (1984) señaló un conjunto de criterios para identificar las tecnologías que pueden dar lugar a lo que denominaba un *paradigma tecno-económico*: i) una reducción drástica de los costos en varios productos y servicios; ii) mejoras dramáticas en las características técnicas de muchos productos y procesos; y (iii) efectos transversales en la totalidad del sistema económico, lo que luego daría lugar a la concepción de *tecnología transversal* o de *propósito general* (Bresnahan y Trajtenberg, 1995). A partir de estos criterios Freeman fue capaz de predecir que la microelectrónica se transformaría en la tecnología central del nuevo paradigma tecno-económico. En los últimos años, con la denominada cuarta revolución industrial -con el potencial del internet industrial, la nube, el big data, la inteligencia artificial, la robótica avanzada- ha reaparecido el debate en las economías desarrolladas respecto a una nueva fase de consolidación del paradigma tecno-económico de las TIC con aumentos significativos en la productividad de la economía (McKinsey, 2013).

Dicho proceso de convergencia contribuiría, por un lado, al mayor control y optimización de los procesos productivos asegurando en forma autónoma que la producción se ajuste a los requisitos de producción rentables, aun si existen desviaciones asociadas a las condiciones climáticas, edafológicas, pestes, etc. Por otro lado, y quizá el gran aporte del big data, brindaría modelos predictivos (de rendimiento, de alimentación animal, etc.), para conducir operaciones en tiempo real. Aún si estos procesos avanzan hacia la automatización, los humanos siempre estarían involucrados en el proceso de planificación, pero a un nivel de inteligencia muy superior, dejando la mayor parte de las actividades operativas a las máquinas con impactos significativos en la absorción de fuerza de trabajo.

Para ciertos autores, la tercera revolución industrial de las TIC implicó aumentos en la productividad sólo en la década de 1990, y alcanza su climax con la burbuja de los *punto.com* (Gordon, 2000). Desde los años 2000 las TICs se han centrado en las comunicaciones y las tecnologías de procesamiento de datos en las actividades de servicios y distribución sin generar mayores aumentos de productividad en la industria manufacturera. Para otros, apoyados en estudios de consultoras internacionales, el potencial de aumento de productividad de la industria se encuentra latente (Manyka et al, 2013). Es en este marco que surge a nivel internacional un conjunto de iniciativas de política industrial asociadas a la denominada Industria 4.0, que buscan impulsar la adopción de las tecnologías digitales en la manufactura.

Más allá de este debate, lo que ofrecen estas tecnologías por el momento, es una capacidad sin precedentes de reorganización de los procesos productivos existentes y fundamentalmente el poder de mercado de ciertos grupos que, a través de un acelerado proceso de concentración y centralización del capital y la realización de alianzas en el marco del oligopolio mundial buscan controlar plataformas digitales y definir estándares para la captación y procesamiento de datos. A diferencia de las burbujas tecnológicas previas, que abrían esperanzas de rejuvenecimiento de las estructuras industriales, esta nueva oleada de TIC se encuentra asociada por un lado, a la entrada de grandes grupos de tecnología triunfantes de la expansión de internet de los años 1990 (Google, Facebook, Amazon), y por el otro, grandes incumbentes industriales (General Electric, Siemens) y grupos vinculados al agronegocio (John Deere, AGCO, Monsanto).

En particular, la denominada agricultura digital (*digital farming*) es uno de los terrenos de expansión privilegiados de los grupos de base metalmeccánica y de agroquímicos (Corsini y Torsten, 2015). El avance de la agricultura de precisión, también denominada *agricultura 3.0*, constituye el punto de partida de este nuevo espacio de diversificación de los grupos *hacia los datos*. Estas posibilidades darían lugar en la segunda década de los 2000, a la emergencia de la denominada *agricultura 4.0*, apoyada en la reducción de costos de los sensores y los microprocesadores así como en la disponibilidad de servicios de comunicación por banda ancha, servicios de nube y de análisis de big data (CEMA European Agricultural Machinery Association, 2017).

En un plano estrictamente tecnológico, y haciendo abstracción de las estrategias de las empresas, es indudable que las tecnologías digitales presentan importantes posibilidades de aumento de la productividad a partir de la convergencia tecnológica con las industrias preexistentes, particularmente la de maquinaria agrícola (Corsini et al, 2015). No obstante,

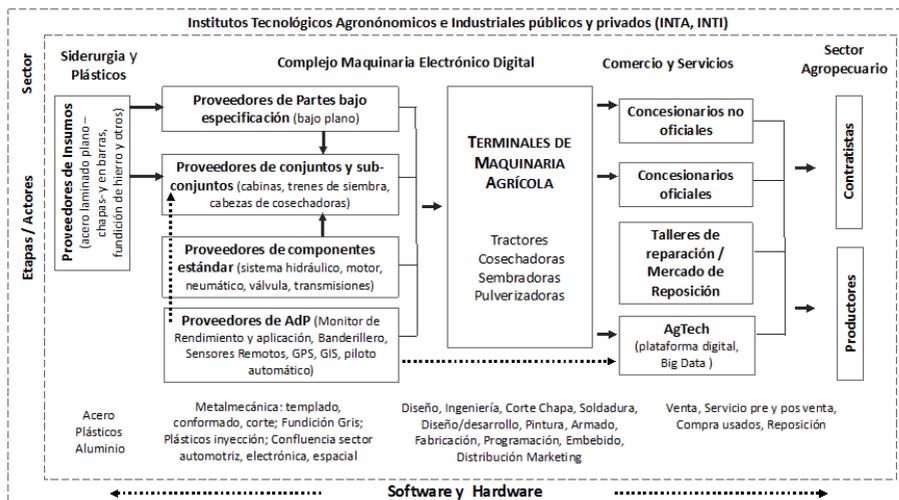
como analizaremos en la tercera sección, estas dinámicas son indisociables de las estrategias de los grandes grupos por reforzar su poder de mercado colectivo. Los grandes grupos de maquinaria agrícola desarrollaron distintos componentes incorporados en los equipos estándar, como dispositivos inteligentes de control en tractores y cosechadoras, sensores, automatización en la conducción, colocación de semillas pulverización y tecnología de comunicación incorporada en los vehículos. A partir de la incorporación de estos dispositivos y la centralización de los datos a través de las tecnologías de big data y la computación en la nube, los grandes grupos buscan diversificar servicios complementarios a sus productos principales. En esta línea, la tercera sección de este trabajo discute si la entrada de nuevos actores disruptivos logra revertir esta dinámica a la concentración y centralización a partir de sus capacidades previas, ya sea en equipamiento o paquetes agro biotecnológicos.

Este conjunto de cambios en el plano de la rivalidad y cooperación entre capitales se cristaliza en la emergencia de un nuevo conjunto de tecnologías centrales complementarias y nuevos dispositivos articulándose en lo que el historiador de las técnicas Bertand Guille denominaría un nuevo “sistema técnico” (1977). Tradicionalmente, y como consecuencia de la división del trabajo en el marco de la manufactura, la industria de maquinaria agrícola comprendía una sucesión de actividades con distintos grados de mecanización que se articulaban a partir de relaciones verticales, directas e indirectas), y, en ciertos casos, horizontales. Si bien la organización industrial era diferente para el caso de equipos auto-propulsados o de arrastre la cadena técnica incluía dos etapas encadenadas, por un lado, la de fundición y/o mecanizado de piezas mecánicas, incluyendo los componentes estructurales a partir de insumos siderúrgicos, y por el otro, el ensamble de estos conjuntos y subconjuntos con otros componentes de complejidad variable (motores, transmisiones, diferenciales, cabinas, aire acondicionados, cabinas) para la construcción del producto final.

Con la emergencia de la agricultura de precisión en los años 1990, y posteriormente el desarrollo de servicios y plataformas de datos, la maquinaria agrícola (tractores, cosechadoras, pulverizadoras, sembradoras, etc.) comenzó a equiparse con herramientas digitales como sensores remotos, imágenes aéreas, acceso a servidores remotos. Como se discutió en la sección previa, las empresas de fabricación de maquinaria y equipos agrícolas -como Deere & Co., CNH y AGCO- están realizando inversiones en empresas de manejo de grandes volúmenes de datos (*big data*), así como en la llamada “agricultura de precisión”. En efecto, la cadena de fabricación industrial de maquinaria agrícola se reestructura incorporando nuevas actividades:

proveedores de módulos electrónicos, plataformas digitales y servicios de *big data*, aguas arriba.

Grafico 1
 Cadena técnica de Maquinaria Agrícola y su interacción con la agricultura de precisión, big data, etc.



Fuente: CEUR-PUE en base a Lavarello (2009)

Contrariamente a las visiones (aparentemente) ingenuas que sostienen que los productores agropecuarios son los poseedores de los datos que pueden transferir a distintos *portales* de empresas de software de clima, suelo, asesoramiento de paquetes agronómicos, es importante identificar cuáles son los actores con las capacidades de centralizar, procesar y valorizar la información. Lejos de mantener la propiedad de los datos en manos de los productores, aquellos grupos (o alianzas) que definan los estándares entre los distintos dispositivos y actores son los que tendrán posibilidad de captar las ganancias extraordinarias o rentas de las nuevas tecnologías².

² La renta de innovación es un concepto diferencial, que alude al ingreso adicional (o reducción de costo) que obtienen los adoptantes de una tecnología frente a quienes decidieron no adoptarla. El aporte fundamental sobre el concepto de renta económica deriva de David Ricardo (1959), quien planteó el carácter diferencial de la renta de la tierra, a partir de la heterogeneidad y no reproductibilidad de ese medio de producción natural. El planteo de

De esta forma la convergencia entre las tecnologías digitales y la industria de maquinaria agrícola darían lugar a una reconfiguración de las actividades clave y de los actores que intervienen en el proceso de producción agrícola. En este marco cabe interrogar si los fabricantes de equipos agrícolas han avanzado en el control de las nuevas actividades que les posibilitarían un rol preponderante en la captación de datos a partir de sensores en equipos combinados a otras fuentes y tipo de datos, establecer algoritmos y ejecutar las operaciones planificadas y mapeadas. Ventajas cruciales a la hora de reforzar su poder de monopolio colectivo apropiando y codificando la información de las prácticas agronómicas.

En este proceso de apropiación y codificación de datos resulta crucial cómo y quiénes definen los estándares de la información. Dada la complejidad de los procesos agrícolas, en términos de actividades y productos heterogéneos, las distintas bases técnicas involucradas, la variedad de fuentes de información, surgen estructuras de comunicación extensivas y diferenciadas con distintos tipos de estándares. En este sentido los estándares son cruciales para lograr la interoperabilidad de soluciones modulares. Existen distintos tipos de estándares con implicancias diferentes sobre las dinámicas de difusión y apropiación.

Por un lado, los estándares abiertos -de facto o consensuados-, principalmente ISOBUS que regula las interfases entre tractores, cosechadoras, sembradoras e implementos e incluye datos, aunque el mismo es poco amigable a su utilización. Empresas de servicios de datos como

Ricardo se orientaba a explicar cómo a medida que se desplaza la frontera agrícola y es necesario poner en funcionamiento tierras de menor calidad, los poseedores de las tierras más fértiles (o mejor ubicadas) recibirían una retribución diferencial por el mayor rendimiento que en ellas se obtiene. Por su parte, Marx (1999) retoma el aporte fundamental de Ricardo, pero enfatiza el carácter “intensivo” de la renta que surge del aumento de los rendimientos agrícolas como resultado de inversiones adicionales. Es lo que Marx llama renta diferencial de tipo II, que implica una fuente de renta derivada del aumento de la intensidad del capital en la agricultura. De este modo, si desde una perspectiva clásica la renta tiene que ver con la monopolización de un recurso natural de rendimiento diferencial y de limitada reproductibilidad, en un sentido schumpeteriano, en cambio, ésta se asienta directamente sobre la innovación y la atención recae sobre el desarrollo de capacidades tecno-productivas como base de diferenciación respecto a los competidores y sobre la creación de barreras a la entrada que limiten, aunque sea parcialmente, la libre difusión del conocimiento. En esta perspectiva, la apropiación privada de la renta depende del grado en que el propietario de la innovación pueda ejercer un control económico de la difusión del conocimiento, esto es, en la medida en que tenga la capacidad práctica de evitar que terceros hagan uso gratuito de la innovación (Sztulwark, 2012:25-44).

FarmBot -un sistema integrado de agricultura de precisión de código abierto- y Climate Corporation, ofrecen sus productos a partir de fuentes de datos que están disponibles de forma gratuita, como los servicios meteorológicos y GoogleMaps. Con estas, además, se puede acceder a los datos recogidos por las máquinas agrícolas y que han sido transmitidos de forma inalámbrica a la nube (Wolfert et al, 2017).

Por el otro, estándares cerrados, establecidos a partir de acuerdos entre los grandes grupos en el oligopolio mundial, que se van abriendo selectivamente a nuevas empresas a medida que las firmas líderes expanden el número de usuarios conectados a sus plataformas reforzando sus economías de red y generando efectos de encerramiento del resto de actores. La infraestructura de estas redes se basa generalmente en el suministro de grandes proveedores de software. Tanto los proveedores nuevos como los tradicionales reconfiguran sus roles frente a la creciente importancia que toma *big data* en la agricultura, en donde sobresale el papel de las grandes empresas de tecnología y datos como Google e IBM. En ese marco, surgen plataformas de propiedad como AgCommand de AGCO, FarmSight de John Deere o FieldScripts de Monsanto (Wolfert et al, 2017).

Frente a estas alternativas las grandes empresas, que venían adoptaron salvo excepciones estándares cerrados, desde 2008 están avanzando en la difusión de estándares abiertos mientras que las pequeñas y medianas empresas de países en desarrollo aún adoptan un criterio de *wait and see*. Aún entre los grandes grupos existen dificultades para adoptar un criterio único de estandarización, dadas las diferencias de intereses, el bajo grado de madurez de áreas tecnológicas, que pueden dar lugar a efectos de encerramiento negativo y/o conflictos en la apropiación de las cuasi-rentas de estas tecnologías.

Además de los actores empresariales se destacan algunas instituciones públicas y/o privadas -universidades, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos, la Federación Estadounidense de Agencias Agrícolas, Global Open Data for Agriculture and Nutrition, Big Data Coalition, Open Agriculture Data Alliance y AgGateway- que trabajan activamente en la difusión de *big data* en la agricultura, a través de la defensa de un uso abierto de los datos en pos de promover una mayor interoperabilidad en el intercambio de datos dentro de la cadena de producción agrícola. Entre las cuestiones que abarcan estas organizaciones se identifican tópicos como: principios de propiedad, recopilación, notificación, acceso, uso de terceros, transparencia, coherencia, portabilidad, y seguridad de los datos (Wolfert et al, 2017).

Como se discute en las secciones siguientes los procesos de concentración y centralización en marcha, así como el proceso de estandarización, definirán la nueva estructura del oligopolio mundial. Dependiendo de la velocidad en la que este proceso de convergencia se complete, existirán distintos grados de libertad para los países -y empresas- de desarrollo muy tardío.

Contexto internacional: Crisis y recomposición del oligopolio mundial de maquinaria agrícola

Las estructuras de mercado predominantes actualmente en las economías capitalistas son los oligopolios mundiales, los cuales se caracterizan más allá del pequeño número de firmas que comparten el poder de mercado colectivo, por la fuerte rivalidad entre sus miembros y la tendencia a establecer alianzas que trascienden las relaciones estables en la fijación de precios o niveles de producción (Chesnais, 1994). Esta definición posibilita la coexistencia entre los grandes grupos dominantes y empresas medianas y pequeñas, en algunos casos.

Estructura de la industria de maquinaria agrícola global

Esta industria ha sido caracterizada como una estructura de carácter oligopólico diferenciado y concentrado a nivel mundial en el que coexisten barreras externas basadas en economías de escala y variedad (scope) y la construcción de barreras internas asociadas a la innovación de producto y la diferenciación por fidelización de clientes por marcas³. Una de las principales ventajas de las firmas que forman parte del oligopolio mundial, poco analizada por la literatura convencional, es su organización como grupos -o *holdings*- controlando diversas unidades de negocios a partir de participaciones en las sociedades, que les permite acelerar el proceso de concentración mediante la centralización, y en caso de reestructuraciones, desprenderse de líneas de productos que no consideren centrales a su estrategia.

³ Los oligopolios pueden ser clasificados, en base a la estructura tecno-productiva (escala mínima eficiente y característica de los productos que definen las barreras a la entrada), el tipo de proceso competitivo (precio, diferenciación de productos, lanzamiento de nuevos modelos, escala, costos, etc.). En base a esta caracterización es posible distinguir entre oligopolios concentrados, oligopolios diferenciados, oligopolios diferenciados – concentrado (o mixto), oligopolios competitivos y mercados competitivos (Sylos Labini, 1956).

Pocos trabajos analizan la evolución de la industria de maquinaria agrícola a nivel global (Mentha, 2009; Lavarello y Goldstein, 2011). A fin de caracterizar la evolución reciente de los niveles de concentración y centralización de los principales grupos, se ha realizado una búsqueda de fuentes primarias en los informes a inversores de las páginas web de las principales empresas y de fuentes secundarias en los escasos informes sectoriales disponibles.

Una de las características de esta estructura oligopólica es el carácter estratificado de la competencia -*oligopole à franges*-, con pocas empresas con alcance global y muchas con alcance regional o local (Lavarello y Goldstein, 2011). Si bien hay más de 1500 firmas que fabrican maquinaria agrícola a nivel global, de las cuales 1100 se encuentran en Estados Unidos, seis empresas multinacionales tienen fuerte presencia a través de una expansión de sus capacidades de producción y distribución a escala global, y representan más de 40% del mercado global.

El primer grupo comprende a las tres grandes multinacionales con una gama completa de equipos (fullliners): John Deere & Company, CNH Global y AGCO. El siguiente grupo, de empresas que partiendo de una base regional ya disputan los mercados globales: Kubota, CLAAS y Yanmar. En el grupo restante se identifican diversas empresas especializadas y/o de alcance regional como Deutz-Fahr, Mahindra & Mahindra, Caterpillar Iseki, Bucher Industries y Kverneland.

Es de destacar que en el segundo y tercer grupo aparecen empresas multinacionales japonesas y de India que compiten con las grandes empresas dominantes en el sector. De hecho, Kubota en 2017 alcanzó el tercer puesto en el ranking, consolidando esta tendencia, y la empresa india Mahindra & Mahindra ha incrementado su parte de mercado, apoyada en una importante expansión de sus ventas locales, que la colocan en una situación de fuerte competencia frente a las firmas líderes de la industria global. Atendiendo al gran potencial del mercado indio, esta empresa ocuparía en los años próximos una importante parte de las ventas mundiales de tractores a nivel mundial, incluso llegando a liderar este segmento

Cuadro 1
Empresas seleccionadas de fabricación de maquinaria agrícola
Ventas en millones de dólares y participación % en el mercado

Empresa (división)	País de origen	Año 2007			Año 2014			Año 2017	
		Ventas mundial total	Ventas mundial Maquinarias Agrícolas	% en el mercado	Ventas mundial total	Ventas mundial Maquinarias Agrícolas	% en el mercado	Ventas mundial total	Ventas mundial Maquinarias Agrícolas
Deere & Company	Estados Unidos	24.082	12.121	15,5%	36.067	26.380	34,6%	29.738	20.11
CNH Global	Italia	15.964	9.948	12,7%	32.957	15.204	20,0%	27.947	11.11
AGCO	Estados Unidos	6.828	6.828	8,7%	9.724	9.724	12,8%	8.307	8.30
Kubota	Japón	9.569	5.458	7,0%	10.909	8.400	11,0%	12.964	10.76
CLAAS	Alemania	3.753	3.380	4,3%	3.821	3.821	5,0%	3.761	3.76
Yanmar Agric Eqp.	Japón	4.701	2.821	3,6%	6.508	3.905	5,1%	7.660	4.56
Same Deutz-Fahr	Italia	1.508	1.262	1,6%	1.210	1.210	1,6%	1.325	1.22
Mahindra & Mahindra	India	3.049	1031,7	1,5%	8.306	2.824	3,7%	10.331	3.06
Iseki & Company	Japón	1.228	1.138	1,5%	1.075	1.010	1,3%	1.243	1.16
Bucher Industries (Kuhn)	Suiza	2049	774	1,0%	2.336	958	1,3%	2.218	96
Kverneland	Noruega	733	711,01	0,9%					
Total Estimado industria (1)			78.100			76.140			84.66
Participación 4º primeras (c4)				44,0%			78,4%		
Participación 6º primeras (c6)				55,0%			93,9%		

Fuente: Elaboración propia en base a Freedonia (2019); Lavarello et al (2009); Donosso (2007); Metha y Gross (2007).

Es de destacar que en el segundo y tercer grupo aparecen empresas multinacionales japonesas y de India que compiten con las grandes empresas dominantes en el sector. De hecho, Kubota en 2017 alcanzó el tercer puesto en el ranking, consolidando esta tendencia, y la empresa india Mahindra & Mahindra ha incrementado su parte de mercado, apoyada en una importante expansión de sus ventas locales, que la colocan en una situación de fuerte competencia frente a las firmas líderes de la industria global. Atendiendo al gran potencial del mercado indí, esta empresa ocuparía en los años próximos una importante parte de las ventas mundiales de tractores a nivel mundial, incluso llegando a liderar este segmento.

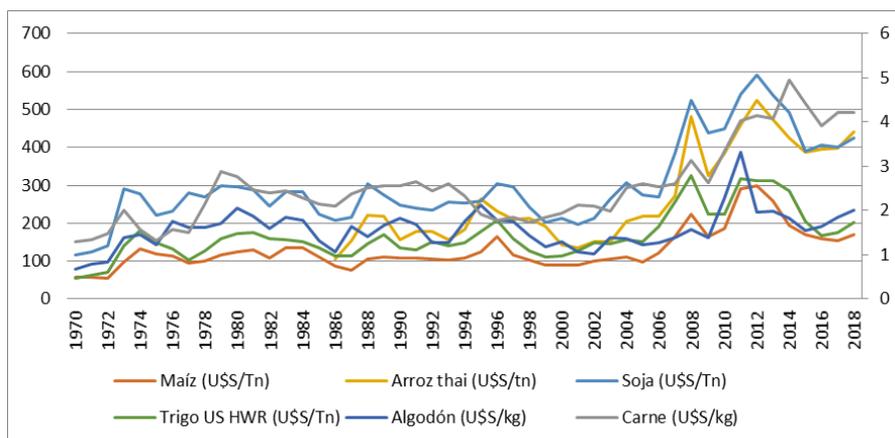
Dinámica de los mercados agrícolas post-crisis

La industria de maquinaria agrícola depende en gran medida de la performance del negocio agropecuario. Un impulso en el precio de los commodities provoca la expansión de cultivos sobre nuevas áreas, antes

dedicadas a otras explotaciones o vírgenes, e incrementa la demanda de equipos en las campañas subsiguientes. El fenómeno inverso, una caída de precios, posiblemente deprime el mercado de equipamiento e insumos; aunque en renglones específicos la exacerbación de la competencia entre las firmas de maquinaria, debido a la crisis, puede fomentar la búsqueda de nuevas tecnologías que reduzcan costos o amplíen mercados. Esto último ocurre en cierta medida, sobre todo a partir de 2014, como se verá más adelante.

En ese sentido, se distinguen al menos dos ciclos bien claros luego de la crisis de 2001 en relación a los precios de los bienes agrarios, como se observa en el gráfico 2.

Gráfico 2
Precio de commodities seleccionados, en dólares de 2010, 1970-2018



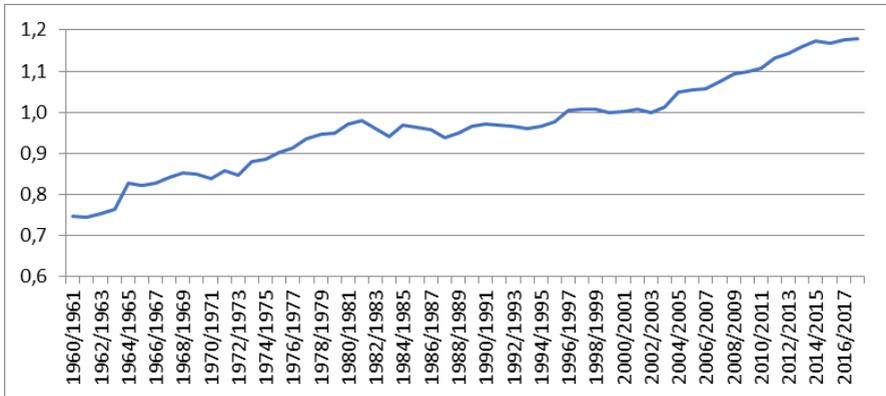
Referencia: precios agrarios en el eje izquierdo; carne en el eje derecho.

Fuente: elaboración propia en base a World Bank e Indexmundi

Desde los años 1970 hasta la crisis de 2001, los precios agrarios oscilaron moderadamente. Desde fines de la década de 1990 a 2003 experimentaron un ciclo descendente pronunciado, pero a partir de entonces y hasta 2012 crecieron drásticamente, por varios motivos. Entre los más relevantes, la creciente demanda de China y la política monetaria de los Estados Unidos. Luego de la crisis de 2001, la Reserva Federal se embarcó en una política de emisión y depreciación del dólar, que generó a nivel mundial la búsqueda de refugio en activos como los commodities. Esto provocó un aumento de precios de las materias primas (petróleo, metales, alimentos), que se

intensificó desde 2006 (Lewinger et al, 2013). La bonanza de precios a su vez aceleró la expansión del área sembrada:

Gráfico 3
Mundo. Maíz, algodón, soja, arroz y trigo: área cosechada
Campañas 1960/61 a 2017/18. 1999/2000 = 1



Fuente: elaboración propia en base a datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA)

A partir de 2012-2013 se inició un ciclo descendente de los precios, que repercutió en el negocio del equipo agropecuario, provocando reconfiguraciones del oligopolio mundial a partir de la búsqueda de las firmas líderes de nuevos productos y tecnologías para sostener su participación de mercado, la aparición con fuerza de jugadores de otros sectores, absorciones, nuevos joint-ventures, etc.

Recomposición del oligopolio mundial: centralización y alianzas frente a la agricultura digital

Frente a la caída de los precios agropecuarios, las firmas del sector adoptaron diversas estrategias. No solo las líderes, sino también otros competidores que apuntan a nichos particulares. Eso explica la dinámica particular del sector durante los últimos años, con una sucesión de cambios en el mapa de participantes. Aún así, las firmas tradicionales continúan liderando esta industria (gráfico 4).

Gráfico 4

Maquinaria Agrícola. Participación de las principales en el mercado mundial 2007, 2013 y 2017. En porcentaje sobre las ventas totales



Fuente: Elaboración propia en base a Freedonia (2019) ; Lavarello, et al (2009) Donosso (2007); Metha y Gross (2007).

En la cima de la pirámide, lo relevante es atender los cambios de posiciones relativas. En los últimos diez años, Kubota ganó una participación relevante, en detrimento de otras firmas como Claas o incluso CNH. Frente al recrudecimiento de la rivalidad en el oligopolio mundial, la tecnología se ha transformado en un arma competitiva central para estas empresas. Algunas que perdieron participación, como la alemana Claas, decidieron reforzar la *batalla tecnológica*: en 2014, abrió una subsidiaria con 200 empleados, Claas E-Systems, para el desarrollo de software y hardware electrónico, entre ellos, sistemas de optimización, dirección automática por satélite, paneles especiales para operadores de máquinas, etc. (Claas, 2017).

Esto evidencia la creciente importancia de las tecnologías de agricultura de precisión y la búsqueda por controlar las plataformas digitales en el negocio de la maquinaria agrícola. De ahí la participación cada vez con mayor peso propio de compañías proveedoras de tecnologías asociadas a la recolección, procesamiento y aplicación de datos en la cadena de la maquinaria. En ese sentido, es posible apreciar en el cuadro 2 cómo 2014 las

firmas de equipamiento agrícola han adquirido empresas de agricultura de precisión o realizado alianzas con ellas.

Estas operaciones de adquisiciones, fusiones y alianzas reflejan las relaciones de rivalidad y cooperación propias de los *oligopolios mundiales* (Chesnais, 1994). Como ciertos informes bien fundamentados de agrupaciones ecologistas han señalado, las ramas de la maquinaria industrial agrícola, las semillas, los fertilizantes y agroquímicos están hoy vinculados como nunca antes: Monsanto colabora con las tres principales empresas globales de maquinaria agrícola (Deere & CO., CNH Industrial y AGCO) (Grupo ETC, 2015:3).

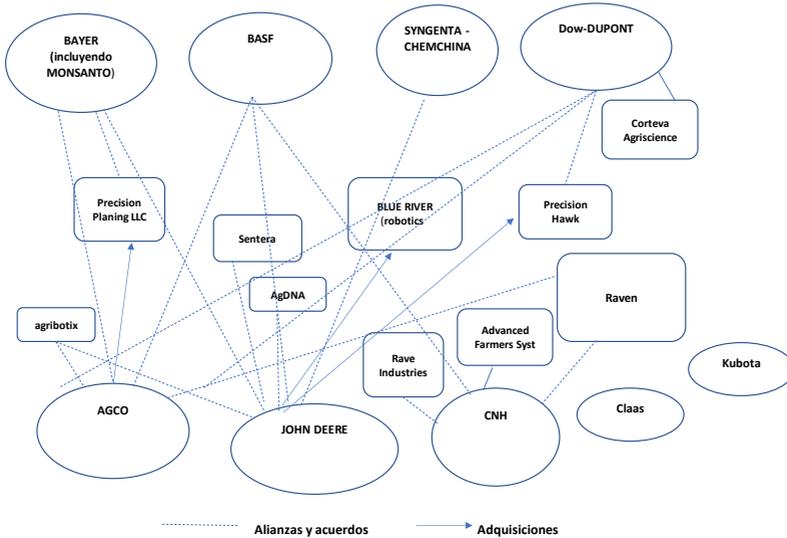
En el gráfico 5 se profundizan las características de estas relaciones de rivalidad y cooperación. La empresa John Deere mantiene alianzas estratégicas con todas grandes empresas de plaguicidas y semillas. Por su parte, AGCO cuenta con alianzas con tres y CNH con una. El móvil de las alianzas es compartir datos extraídos de distintas fuentes y fundamentalmente establecer plataformas comunes para su captación y procesamiento. La rivalidad por el momento parece manifestarse con más crudeza entre las grandes multinacionales de la maquinaria agrícola, evidenciado en la pelea entre John Deere y Agco por la adquisición a Monsanto -previo a quedar controlada por Bayer- de la empresa de agricultura de precisión Precision Planing LLC. Pareciera revelarse por el momento una rivalidad entre los grandes grupos de maquinaria agrícola por el control de empresas de agricultura de precisión, robótica, servicios de big data y computación en la nube. En este punto, es apresurado señalar que la disputa entre capitales se estaría dando en torno a qué sector (bio o metalmecánica) logra controlar la información sobre la calidad de suelos, los patrones históricos del clima y los rendimientos de los cultivos, así como de las tecnológicas robóticas para el depósito de semillas, plaguicidas y fertilizantes (Grupo ETC, 2015, 3). Por el contrario, predominan las alianzas intersectoriales, entre distintas industrias que operan a partir de la economía digital, la de maquinaria y la biológica.

*Cuadro 2. Industria de Maquinaria agrícola mundial:
fusiones, adquisiciones y alianzas, 2014-marzo 2018*

Empresa compradora	Empresa Adquirida	País originador	País destinatario	Fecha	Área	Tipo
John Deere	King Agro	Estados Unidos	España (Argentina)	mar-18	agropartes	AF
CNH	Kongsilde	Holanda	Dinamarca	ene-18	Maquinaria Agrícola	AF
Deere	Sentera	Estados Unidos	Estados Unidos	dic-17	Agricultura de precisión	AL
Deere	Dupont	Estados Unidos	Estados Unidos	dic-17	Agrobiotecnología	AL
Deere	Agdna	Estados Unidos	Australia	dic-17	Agricultura de precisión	AL
AGCO	Precision Planing LLC (Monsanto)	Estados Unidos	Estados Unidos	sep-17	Agricultura de precisión	AF
Mahindra & Mahindra	Erkunt Traktor Sanayii	India	Turquia	sep-17	agropartes	AF
John Deere	Mazzotti	Estados Unidos	Italia	jul-17	Maquinaria Agrícola	AF
John Deere	WIRTGEN Group	Estados Unidos	Alemania	feb-17	Construcción y Forestación	AF
John Deere	BLUE RIVER TECHNOLOGY	Estados Unidos	Estados Unidos	ene-17	Agricultura de precisión	AF
Mahindra & Mahindra	Hisarlar	India	Turquia	ene-17	agropartes	AF
Deere	Precision Hawk	Estados Unidos	Estados Unidos	nov-16	Agricultura de precisión	AL
AGCO	Agribotix	Estados Unidos	Estados Unidos	ago-16	Agricultura de precisión	AL
AgCO	Cimbria	Estados Unidos	Dinamarca	jun-16	Diverso	AF
Kubota	Great Plains Manufacturing	Japón	Estados Unidos	may-16	Maquinaria Agrícola	AF
John Deere	Monosem	Estados Unidos	Francia	feb-16	Agricultura de precisión	AF
John Deere	360 Yield Center	Estados Unidos	Estados Unidos	feb-16	Agricultura de precisión	AL
AGCO	Teco Poultry Equipment	Estados Unidos	Italia	feb-16	Otros metalmecánicos	AF
John Deere	Hagie Manufacturing	Estados Unidos	Estados Unidos	feb-16	Maquinaria Agrícola	AF
John Deere	Carraro	Estados Unidos	Italia	feb-16	Otros metalmecánicos	AL
CNH	Raven	Italia	Estados Unidos	nov-15	Agricultura de precisión	AL
Deere	Basf	Estados Unidos	Alemania	jul-15	Agrobiotecnología	AL
AGCO	Basf	Estados Unidos	Alemania	jun-15	Agrobiotecnología	AL
AGCO	Farmer Automatic	Estados Unidos	Alemania	abr-15	Otros metalmecánicos	AF
AGCO	Raven	Estados Unidos	Estados Unidos	feb-15	Agricultura de precisión	AL
John Deere	DN2K	Estados Unidos	Estados Unidos	ene-15	Agricultura de precisión	AL
Mahindra & Mahindra	Peugeot Motorcycles	India	Francia	oct-14	Otros metalmecánicos	AF
AGCO	Dupont	Estados Unidos	Estados Unidos	jun-14	Agrobiotecnología	AL
AGCO	Intersystems International	Estados Unidos	Estados Unidos	may-14	Otros metalmecánicos	AF

Nota: AL: Alianza; AF Adquisición & Fusión
Fuente: Elaboración propia en base a Crunchbase y Maquinac.

Gráfico 5
Convergencia tecnológica en el oligopolio mundial: alianzas y adquisiciones



Fuente: Base de datos PUE-CEUR en base a ETC (2015) y Crunchbase.

Trayectoria de la industria de Maquinaria Agrícola en Argentina. Evolución reciente.

A fin de discutir las implicancias de esta reestructuración de la industria mundial de maquinaria agrícola en Argentina se presenta en forma estilizada la trayectoria local de esta actividad. El sector de maquinaria agrícola en la Argentina tiene un origen temprano, al calor de la expansión de la frontera agrícola en el marco de la transición entre la segunda y tercera revolución industrial, primero en las colonias de Santa Fe y luego en la zona triguera de Buenos Aires. Durante el último cuarto del siglo XIX, herreros rurales comenzaron a construir los primeros implementos de origen local, los más famosos fueron los de Luis Tabernig y los de Nicolás Schneider, ambos de la localidad de Esperanza, Santa Fe; y los accesorios de Juan Istilart, en Tres

Arroyos, provincia de Buenos Aires⁴. Al poco tiempo, algunos desarrollaron equipos propios, como las sembradoras del propio Schneider. Hacia finales de la década de 1910, aparecieron constructores de equipos más complejos, como las novedosas cosechadoras. Al menos una decena de iniciativas surgieron en esos años y durante toda la década de 1920, principalmente en la zona cerealera de Santa Fe-Córdoba, para proveer demandas regionales: Juan y Emilio Senor, Andrés Bernardín, Hnos. Flamini (San Vicente), Rotania y Alasia (Sunchales), Gardiol (Susana), Puzzi (Clucellas), Ramón y Amadeo Guasch (Bigand), Daniele y Cía (Porteña), Druetta (Ciudadela, Buenos Aires), entre los principales (Barrale, 2007). Por lo general, estos agentes reparaban y mantenían maquinaria importada. Luego, comenzaron a diseñar y armar sus propios equipos en base a los importados, con los materiales disponibles en plaza. Así, fueron agregando mejores sistemas de limpieza (segunda zaranda, cernidores especiales) y otras mejoras. El punto máximo de ese impulso ocurrió en 1929, cuando Rotania, de Sunchales, fabricó la primera cosechadora autopropulsada del mundo.

Como señala Hybel, la diversidad y localización geográfica de la producción agropecuaria generó un sector de fabricantes de maquinaria agrícola de tipo artesanal-familiar, que poco a poco fue incorporando mano de obra asalariada, dividiendo el trabajo y convirtiéndose en pequeñas o medianas empresas con alcance local e incluso nacional, como el caso de la firma de los hermanos Senor, ya para la década de 1930. Esto se produjo gracias a la demanda de la agricultura extensiva, con utilización de equipos con capacidades similares a los de Estados Unidos o Canadá (Hybel, 2006, 27). Aún así, y a pesar de tener algunas firmas clientes en varias provincias del país, según nuestros cálculos, la producción nacional proveía poco más del 2% del mercado interno durante los años 1920, y alrededor del 10% en la década posterior. Es decir, un porcentaje más bien reducido de la demanda, que era cubierta mayoritariamente con equipos estadounidenses y canadienses.

Los efectos combinados de la crisis de 1930, la Segunda Guerra Mundial y la crisis de balance de pagos de 1949-52 interrumpieron el flujo de maquinaria hacia la Argentina. Por ello el parque envejeció peligrosamente, superando en un buen porcentaje el límite de edad de obsolescencia, cerca de 15 años según los especialistas. Para 1950, el ingeniero Giberti (1951) calculaba que al menos un 65% de las 40.000 cosechadoras que existían en

⁴ Más información sobre este período puede verse en Martino y Delgado (1977), Frank (2004), Barsky y Gelman (2005), Hybel (2006), Langard (2008), Bil (2009), Djenjeredjian (2011), entre otros.

el país superaba los 15 años de uso. Para 1952, otro estudio señalaba que casi un tercio de los tractores existentes deberían estar fuera de uso (Llosa, 1963). En ese contexto, el gobierno decidió declarar de interés nacional varios sectores de la metalmecánica, entre ellos la maquinaria agrícola. Se dispuso una estructura arancelaria que protegió de hecho el mercado interno para las firmas locales. Así, para el caso de las cosechadoras, varias empresas que surgieron en el período previo y otras conformadas durante los años 1940 fueron las proveedoras exclusivas, hasta la segunda mitad de la década de 1970, de las poco más de 1.800 unidades promedio vendidas anualmente en ese período. Entre las nuevas firmas, aparecieron GEMA (Rosario), Vassalli (Firmat), Giubergia (Venado Tuerto), Boffelli (San Vicente), Marani (Casilda), Aumec (Arequito), Araus (Noetinger, Córdoba), Magnano (San Francisco, Córdoba), Aipridec (Laguna Larga, Córdoba), RyCSA – Rosati y Cristóforo (Buenos Aires), entre varias otras. Algunas de ellas, como Vassalli y Senor, llegaron a exportar a otros mercados de la región. También se inició la producción local de tractores, primero a cargo del Estado desde la empresa Industrias Aeronáuticas y Mecánicas del Estado (IAME), con el lanzamiento del Pampa, un modelo basado en el Lanz Bulldog alemán de los años 1930, ya obsoleto para ese entonces, y luego con la apertura a la iniciativa privada. En esos años se instalaron multinacionales como la italiana Fiat, la estadounidense John Deere, las alemanas Fahr, Hanomag y Deutz; y más tarde MasseyFerguson.

Cabe señalar que aún para un período muy complicado para las importaciones de insumos y materias primas, como los primeros años de la posguerra y en plena crisis económica, el impulso innovador en el sector no se detuvo. Tal es así que, por ejemplo, en 1949 se inventó la plataforma maicera, que permitió la mecanización definitiva de la cosecha del maíz. La originalidad de este invento fue reclamada por dos empresas: Vassalli (Firmat) y Giubergia (Venado Tuerto), ambos de la zona sur de la provincia de Santa Fe.

La apertura económica de 1976 provocó una caída de la producción interna y un aumento en el ingreso de equipos importados. La crisis que se desató en la economía mundial en general y la argentina en particular desde fines de la década de los años 1970 y comienzos de los de 1980, condicionó el desenvolvimiento económico (Langard, 2014). Aún así, el sector agrícola tuvo, en la primera mitad de la década de 1980, un período de aumento de producción con subas moderadas en los precios internacionales de los cereales, al punto que Argentina alcanzó un récord de producción de 44 millones de toneladas de granos en la campaña 1984/85. Esto fue consecuencia de cambios tecnológicos importantes en las formas de

producción (Obstchako, 1988; Pereira, 1988). En ese contexto, el devenir de la industria de maquinaria agrícola tuvo luces y sombras. A pesar de las dificultades ocasionadas por la crisis y por las medidas económicas del gobierno militar, hasta mediados de los años 1980 la producción y venta de maquinaria aumentó. Hasta mediados de la década, la producción local seguía dominando el mercado interno (Huici, 1988; Hybel, 2006). Pero justamente durante esos años, la producción se contrajo por la caída de los precios internacionales de los granos. Hacia 1984 la caída en la producción y venta de cosechadoras y tractores se ubicó en torno a 75% y 50% respectivamente. Como dato saliente de estos años, en 1981 se incorporó al mercado argentino la empresa Zanello de capitales nacionales, que ingresó en la producción de tractores, en particular en el segmento de equipos grandes de más de 100 CV y tracción en las cuatro ruedas⁵ (Huici, 1988; Raccanello, 2011).

Este período vio la introducción de cambios tecnológicos relevantes que sentaron las bases de una nueva base tecnológica, en la que convergerán veinte años después los desarrollos metalmecánicos y los biotecnológicos. Los más destacables fueron el uso de semillas mejoradas (híbridos), proceso iniciado a partir de mediados de 1970, la lenta adopción de la labranza *cero* del suelo (siembra directa) a fines de los años 1980, y también un aumento del uso de agroquímicos. Estos cambios fueron preparatorios para que, hacia mediados de la década de 1990, se introdujera con éxito el uso de semillas genéticamente modificadas (Bisang, 2004; Gutman et al, 2006; Reca y Parellada, 2001).

Durante la década siguiente se produjeron cambios institucionales y regulatorios importantes. Algunas de las medidas que más afectaron al sector agropecuario fueron la desregulación de los mercados, con quita de impuestos y retenciones; y la aprobación del uso de semillas genéticamente modificadas que completa el paquete tecnológico, que incidiría fuertemente en la industria de maquinaria agrícola. La apertura, la sobrevaluación del peso argentino y la llegada de máquinas importadas más modernas, repercutieron sobre la actividad. De diez fábricas que subsistían en 1990, quedaban tres en 1993 y ninguna en 2000. En tractores, de las 7 firmas que producían estos equipos sólo quedaban 2 en el 2000 fabricando nada más que motores. Por su parte, los segmentos de sembradoras, especialmente los equipos de siembra directa, y los de pulverizadoras tuvieron un mejor

⁵ Zanello, de Las Varillas Córdoba, llegará a liderar el mercado interno. Este tipo de tractores se importó durante el breve período de apertura entre 1978 y 1981. Zanello se incorpora como una empresa líder en el oligopolio mantenido por las empresas trasnacionales.

desempeño asociado al nuevo esquema de producción agrícola. La situación del segmento de cosechadoras y tractores expresó la estrategia del capital transnacional sobre la región. Ya para los años 1990, las transnacionales organizaron la producción y la comercialización a partir de la conformación de un mercado interno ampliado -Mercosur-, en el marco de una creciente *globalización* del mercado mundial de maquinaria agrícola. Como se señala más arriba, los segmentos de sembradoras y pulverizadoras mantuvieron niveles estables de producción en los años más difíciles de la década y comenzaron a distanciarse del comportamiento generalizado del sector.

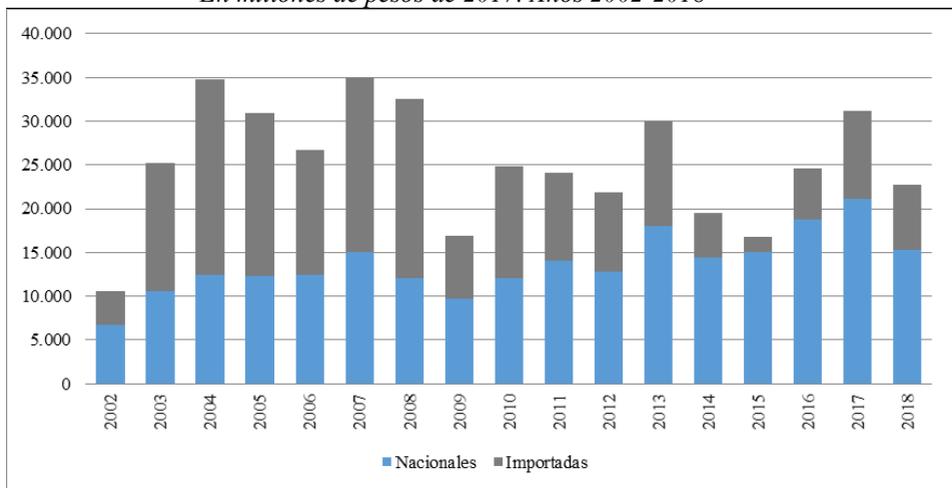
A partir de 2001-2002, con la crisis económica, se produjo la salida de la convertibilidad y un nuevo esquema económico, consecuencia de una fuerte devaluación que deprimió el costo laboral y actuó durante algunos años como protección del mercado interno. A ello se sumó un ciclo de alza de los precios de los commodities a nivel mundial. Se reactivó la demanda interna, abastecida principalmente para el caso de tractores y cosechadoras con importación de empresas transnacionales mayormente instaladas en Brasil, aunque durante los últimos años creció la participación nacional. Algunas firmas que habían abandonado el país, retornaron con nuevas inversiones para ensamble de equipos completos. Las sembradoras y pulverizadoras vendidos en Argentina fueron en su gran mayoría de origen local, principalmente pequeños o medianos capitales del mercado interno vinculados al avance de la producción agrícola con el paquete tecnológico de siembra directa semilla transgénica-agroquímicos. En ese sentido, es necesario señalar que durante los últimos 15 años las máquinas agrícolas experimentaron modificaciones en su construcción, vinculadas a la electrónica de funcionamiento, el posicionamiento satelital y la automatización (Bragachini, 2018).

El mercado local de maquinaria agrícola tuvo una dinámica ascendente durante los primeros años de la década pasada, hasta la crisis de 2009. En ese período, la facturación mayoritaria correspondió a equipos importados, principalmente por tractores y cosechadoras provenientes de Brasil, China, Estados Unidos, entre otros. La crisis implicó una primera caída considerable de la actividad que, a pesar de una recuperación posterior, no volvió a alcanzar los valores de la década previa. Con el nuevo gobierno, hasta 2017 las ventas experimentaron un alza relativa, con mayor presencia de fabricantes locales.

En cuanto a cada segmento particular, la venta de cosechadoras alcanzó un máximo en 2004, con 3.203 unidades. Luego, la cantidad fue en descenso. Aun con una leve recuperación en 2016-2017, el acumulado 2010-2018 es un 46% menor al del nivel de ventas 2002-2008. En el caso de los tractores,

luego de la crisis las ventas iniciaron un ciclo de ascenso hasta el tope de 2017, donde casi alcanzaron las diez mil unidades, para retroceder nuevamente en 2018. A diferencia del renglón previo, este segmento incrementó el promedio de ventas anuales post-crisis. Sembradoras también sufrió las sucesivas crisis de forma aguda, lo que se evidencia en la caída acumulada en ventas: en 2018 se vendieron 57% menos unidades que en 2007.

Gráfico 6
Argentina. Facturación por ventas en el mercado doméstico
de maquinaria agrícola (cosechadoras, tractores, sembradoras, implementos).
En millones de pesos de 2017. Años 2002-2018



Fuente: elaboración propia en base a INDEC, Informe de la industria de maquinaria agrícola

En la actualidad, la actividad se encuentra en un momento de incertidumbre. Luego de una mejora en los niveles de producción y ventas en ciertos rubros -a excepción de sembradoras donde disminuyó el volumen producido-, con una facturación que durante 2017 había alcanzado los niveles previos a la crisis de 2009, desde 2018 la actividad se sumió en la recesión general, sin acceso al crédito y con una sustantiva caída de ventas, producción, empleo y capacidad utilizada, producto entre otras cosas de la sequía que afectó la cosecha en la pasada campaña y de la coyuntura macroeconómica de Argentina; que la devaluación no compensó.

Difusión de la agricultura de precisión en Argentina.

En un escenario de relaciones de rivalidad por el control de las nuevas tecnologías digitales en el oligopolio mundial y una contracción del sector de maquinaria agrícola a nivel nacional, se asiste a la emergencia de nuevas tecnologías digitales que marcarían el pasaje de la tercera a la cuarta revolución industrial. Argentina es un terreno privilegiado de expansión de estas actividades, en tanto lidera la difusión de equipamientos y agro-partes de alta complejidad como la agricultura de precisión (AdeP) y la agricultura digital, en América Latina (Bragachini et al, 2012). Dada la importancia de los contratistas y la reciente adquisición de nuevos paquetes tecnológicos en la agricultura, el país se encuentra entre los de mayor grado de difusión de las nuevas tecnologías (Méndez, 2012). Como se observa en el cuadro 3, las ventas acumuladas de herramientas de AdeP muestran un salto importante desde 2004 en adelante.

Cuadro 3

Argentina. Ventas acumuladas de equipos de Agricultura de Precisión, 1998-2017.

En unidades

<i>Productos de AdeP</i>	<i>1998</i>	<i>2000</i>	<i>2002</i>	<i>2004</i>	<i>2006</i>	<i>2008</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>
Monitores de rendimiento	150	400	550	1250	2450	4450	7400	8365	8865	9643	10544	11540	12610	14050
Dosis Variable en sembradoras	1	3	9	37	417	997	1801	2076	2346	2679	2975	3263	3515	3982
Monitores de siembra	100	600	1100	1800	3800	7600	12160	14705	16905	19784	21426	22854	24879	26937
Banderillero Satelital en pulverizador	10	200	500	3000	5000	9000	12298	13270	14589	15797	17087	18342	19158	20307
Guía Automática	*	*	*	3	50	400	1150	2710	3610	4120	5530	6708	9035	12680
Sensores de N en tiempo real	*	2	5	7	12	15	27	30	32	34	34	34	34	34
Cortes Por Sección Pulverizadoras	*	*	*	*	*	*	640	1081	1481	2121	2410	2738	3375	4405
Cortes Por Sección Sembradoras	*	*	*	*	*	*	25	45	55	79	103	119	189	263
Sistemas de Corrección < a 10cm	*	*	*	*	*	*	50	110	200	210	360	823	2636	3544
Sistemas de Corrección > a 10cm	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	157	431	845	3162
Telemetría	*	*	*	*	*	*	*	*	*	37	120	196	409	837
Control Selectivo de Malezas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	21	64	160	233
Sensores de N en tiempo real (mano)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	80	101	103
Drones Agrícolas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	7	68

Fuente: Villarroel et al (2018)

La incorporación de estas nuevas tecnologías es posible, en parte, gracias a la disminución del error de la señal de GPS, es decir, un incremento en el uso de las señales correctoras. Con ello, desde 2004, se maximiza el uso de herramientas propias de la AdeP, tales como monitores de rendimiento y siembra, y los banderilleros satelitales. Desde 2010, se incrementaron también las ventas de guías automáticas y en menor medida, las dosis variables en sembradoras y los cortes por sección en pulverizadoras (Villarroel et al, 2018).

En esta línea, un relevamiento que realiza la estación experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Manfredi, permite observar algunos detalles respecto de la difusión de las nuevas tecnologías agrícolas, durante los últimos años. Según este estudio, crece el uso de las tecnologías que ya venían mostrando un nivel de adopción importante. Entre los años 2013 y 2018, el uso de los pilotos automáticos pasó de representar un 40% a un 60% del total de los productores encuestados; los sistemas de corte por surco en sembradoras de 7 a 21%; los sistemas de siembra y fertilización variable pasaron de 27% a 35% y de 29 a 41%; y los sensores para el control de sitios específicos con malezas aumentaron de 4 a 11%, respectivamente (Melchori et al, 2018).

Ahora bien, para el mismo período, el estudio detecta un incremento sustancial en el uso de nuevas tecnologías, como la incorporación de plataformas web de gestión de información, así como el uso de drones. Estas tecnologías que surgieron en el último tiempo y no fueron relevadas en 2013, a pesar de su reciente incorporación al mercado, muestran una adopción que alcanza en 2018 un 34% y 40%, del total de los productores encuestados. A su vez, entre las fuentes de información disponibles para manejo por ambientes, los mapas de suelo fueron los más reportados, con un aumento de 58% a 72%, y las imágenes satelitales, por su parte, incrementaron su uso en un 19%, respecto de 2013 (Melchor et al, 2018). Con ello, es posible argumentar que se estaría dando un cambio cualitativo en el que comienzan a difundirse entre los productores no solo las tecnologías de AdeP, sino que además crece el uso de aquellas tecnologías asociadas a la gricultura 4.0 o agricultura digital, abriendo posibilidades de procesamiento, transmisión y reutilización de los datos generados por la AdeP.

Ahora bien, el procesamiento de los datos generados a partir de las herramientas de AdeP resulta de especial interés. Respecto de qué datos se utilizan y cómo se transforman en información, es decir qué tipo de procesamiento se realiza, entre 2013 y 2018, el relevamiento mencionado registra un decrecimiento en el procesamiento de mapas de rendimiento (87% a 77%, del total de productores encuestados). Esto último puede vincularse a que quizás se esté reemplazando con el uso de imágenes, las cuales pasaron de un uso del 66% al 84%. Asimismo, se observa que el 34% de los usuarios relevados utiliza información derivada de drones, mientras que en 2013 el uso de esta herramienta era incipiente, a la vez que se incrementa el uso de mapas topográficos de 27% a 41% (Melchoriet al, 2018).

No obstante la importancia del procesamiento de datos, es de destacar que al analizar los problemas que han enfrentado los usuarios de las nuevas

tecnologías, el relevamiento del INTA refleja un incremento de los usuarios que consideran que el procesamiento de los datos requiere mucho tiempo, así como de los que destacan la escasez de la información agronómica para el manejo variable de los insumos (Melchori et al, 2018). En este sentido, por un lado, las tecnologías propias de la agricultura digital, mediante la cual se proporcionan servicios de procesamiento de datos, aún no estaría ofreciendo los servicios ni el perfil de productos que la producción local requiere. Por otro lado, las herramientas de la AdeP tampoco habrían difundido masivamente un paquete tecnológico que permita sortear una de las principales necesidades de los productores agrícolas: racionalizar el uso de aquellos insumos -como los agroquímicos- que resultan críticos en su estructura de costos. Por último, a estos dos límites que encuentra la difusión de las nuevas tecnologías se suma el contexto económico de crisis que atraviesa el país en los últimos años. Según la encuesta citada, a diferencia de lo relevado en 2013, donde la falta de especialización fue el factor más limitante, para 2018 es el costo de las herramientas y las técnicas, el factor que cobra mayor relevancia entre los productores.

La evolución y cambios que muestra la difusión de estas tecnologías en Argentina, se vinculan en parte con el tipo de desarrollo y límites que encuentran las empresas del sector. Al respecto, un relevamiento que resulta pertinente revisar es la Encuesta Nacional a Empresas de Agricultura y Ganadería de Precisión que realizan de manera conjunta el Instituto Interdisciplinario de Economía Política de la Facultad de Ciencias Económicas de la UBA, el INTA Manfredi y el Ministerio de Producción de la Nación. Según este trabajo, es posible diferenciar tres grandes grupos de empresas: i) aquellas dedicadas al desarrollo de equipos y maquinarias de precisión -*agropartes precisas*-; ii) las empresas que proveen servicios basados en conocimiento (SBC), a partir de plataformas de TICs para la agricultura de precisión -*SBC de AP*- y iii) los emprendimientos que prestan servicios ligados al uso de TICs en diversos eslabones del agro -llamadas *AgTech*- (Lachman et al, 2018).

En el caso de las ventas de las firmas de SBC de AP, los productores agropecuarios representan tres cuartos del total; en el grupo de empresas de *agropartes de precisión*, productores agropecuarios y contratistas de servicios explican dos tercios de los ingresos; mientras que el tercer grupo de empresas realiza casi todas sus ventas a productores y otros actores del sector. Es de importancia remarcar que según este estudio se observa un bajo eslabonamiento entre las empresas de software, las de AdeP y las de maquinaria agrícola. La mayoría de las firmas proveen directamente al sector agropecuario sin integrar actividades con algún otro eslabón de la cadena. En

la que a su vez, más del 35% de las empresas encuestadas comercializa únicamente productos desarrollados por otras empresas, por lo general, en el exterior, a la vez que las posibilidades de exportación y de ingreso a cadenas globales de valor está presente en un número relativamente acotado de las firmas de agropartes de precisión (Lachman et al, 2018).

6. Conclusiones

La industria de maquinaria agrícola en tanto estructura oligopólica en la que coexisten relaciones de rivalidad y cooperación atraviesa un proceso de reestructuración en el marco de una caída en el precio de las materias primas agrícolas. Esto se traduce en una mayor rivalidad entre las grandes multinacionales de maquinaria agrícola al mismo tiempo que se desarrollan alianzas estratégicas intersectoriales con los principales líderes de la industria agroquímica-biotecnológica. El objeto de estas alianzas se centra en la definición de plataformas globales a partir de ciertos estándares privados. El resultado de esta reestructuración del oligopolio mundial definirá quienes tienen mayores posibilidades de apropiarse de los resultados de las innovaciones y las rentas agrícolas a partir de la centralización de los datos.

En este marco la industria de maquinaria agrícola argentina, a pesar de la profunda crisis coyuntural que atraviesa desde el año 2018, se encuentra liderando los índices de difusión de distintos implementos y dispositivos de agricultura de precisión. De esta manera Argentina se transforma en un potencial escenario de rivalidad por la definición de estándares y difusión de plataformas digitales agrícolas. Por el momento el escenario se encuentra en una fase de redefinición, existiendo nichos transitorios para la entrada de empresas locales basadas en el conocimiento que recopilen, procesen y brinden servicios a los productores agropecuarios.

A pesar de ello existen fuertes limitantes que requieren un análisis en profundidad. En primer término, cuál es el grado de articulación entre las empresas locales de maquinaria agrícola, agricultura de precisión y servicios basados en el conocimiento que posibiliten subsistemas locales de agricultura digital. Y luego, en qué medida estos subsistemas pueden prevalecer, dado el carácter pre-paradigmático de dichas tecnologías a nivel internacional y la disputa por el control de la tecnología y sus estándares de interoperabilidad, abre espacios estructurales para dicha articulación.

Estos limitantes plantean nuevos interrogantes. Por un lado, cómo existen dinámicas heterogéneas en la difusión de esta tecnología, según cual es el

tipo de actor y de instituciones predominantes en la difusión de la tecnología, y cuáles son las condiciones de proximidad tecnológica, organizacional, institucional y geográfica que pueden permitir la emergencia de ciertos subsistemas locales, en los que coexistiendo empresas locales de maquinaria agrícola, agricultura de precisión y servicios basados en el conocimiento existe potencial de convergencia (al menos localizada) de dichas tecnologías.

Lista de referencias

- Barrale, J.M. (2007). *Reinas Mecánicas*. Córdoba: Advocatus.
- Barsky, O. y J. Gelman (2005). *Historia del agro argentino*. Buenos Aires: Mondadori.
- Bil, D. (2009). *La industria argentina de maquinaria agrícola (1870-1975): evolución y problemas de su desarrollo*. Documentos Jóvenes Investigadores 16, Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires.
- Bisang, R. (2004). Innovación y estructura productiva: la ampliación de la biotecnología en la producción agrícola argentina. En A. Bárcena, J. Katz, C. Morales y M. Schaper, *Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate abierto*, cap.3. CEPAL.
- Bragachini M.; Méndez, A. y Vélez J.P. (2012). *Argentina, un referente mundial en tecnología de Agricultura de Precisión*. INTA Manfredi,
- Bresnahan, T. F. y Trajtenberg, M. (1995). General purpose technologies ‘Engines of growth’?. *Journal of econometrics*, 65(1), 83-108.
- CEMA European Agricultural Machinery Association (2017). *Digital Farming: what does it really mean? And what is the vision of Europe’s farm machinery industry for Digital Farming?*. Recuperado de: <https://www.cema-agri.org/position-papers/254-digital-farming-what-does-it-really-mean>
- Chesnais F. (1994). *La mondialisation du capital*. París: Syros.
- Claas (2017). Annual Report. Recuperado de: <http://app.claas.com/2017/geschaeftsbericht/en.php?page=1>
- Corsini, A., Wagner K., Gocke A. y Torsten K. (2015). *Crop Farming 2030: The Reinvention of the Sector*. Boston Consulting Group. Recuperado de: http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Crop-Farming-2030-May-2015_tcm9-184100.pdf
- Crunchbase. <https://www.crunchbase.com/>
- Djenderedjian, J. (2011). *Historia del capitalismo agrario pampeano*. Buenos Aires: Teseo.
- Frank, R. (2004). El arado a vapor en la Argentina. *Todo es Historia*, 438.
- Freeman, C. (1984). Prometheus unbound. *Futures*, 16(5), 494-507.
- Giberti, H. (1951). *Máquinas agrícolas necesarias, condiciones técnicas que deben reunir y probable demanda*. Comisión de Mecanización Agrícola. Buenos Aires: Archivo del Ingeniero Horacio Giberti, mimeo.
- Gille, B. (1977). Histoire des techniques. *Annales de l’École pratique des hautes études*, 109(1), 723-786.
- Gordon, R. J. (2000). Interpreting the “one big wave” in US long-term productivity growth. En B. van Ark, S. K. Kuipers y G. H. Kuper, *Productivity, technology and economic growth*, pp. 19-65. Boston: Springer.

- Grupo, ETC (diciembre 2015). Campo Jurásico: Syngenta, DuPont, Monsanto: la guerra de los dinosaurios del agronegocio. *Cuaderno*, 115. Recuperado de: http://www.etcgroup.org/files/files/etc_breakbad_esp_v5-final_may11-2016.pdf
- Gutman, G., Bisang, R., Lavarello, P., Campi, M., y Robert, V. (2006). Les mutations agricoles et agroalimentaires argentines des années 90: Libéralisation, changement technologique, firmes multinationales. *Région et développement*, 23, 215-246.
- Huici, N. (1988). La industria de maquinaria agrícola en la Argentina. En *AAVV: La agricultura pampeana: transformaciones productivas y sociales*. Buenos Aires: CISEA.
- Hybel, D. (2006). *Cambios en el complejo productivo de maquinarias agrícolas, 1992-2004*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- Lachman J., Cappelletti L., López A. (19 y 20 de septiembre 2018). *Nuevas oportunidades y desafíos productivos en argentina: resultados de la primera encuesta nacional a empresas de agricultura y ganadería de precisión*. 17 Curso Internacional de Agricultura y Ganadería de Precisión. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Manfredi.
- Langard, F. (23-25 abril 2008). La producción de maquinaria agrícola en Argentina desde comienzos de siglo a nuestros días. *V Jornadas de Investigación y Debate: trabajo, propiedad y tecnología en la Argentina rural del siglo XX*. Universidad Nacional de Quilmes, Bernal.
- Langard, F. (2014). Trayectoria de la industria de maquinaria agrícola argentina entre 1976 y 2002. *H-Industria*, 15.
- Lavarello P., Goldstein E.; Hecker J. (2009). Inserción Internacional, trayectorias heterogéneas y políticas horizontales: el caso de la Industria de Maquinaria Agrícola Argentina. *Lineamientos para un cambio estructural de la economía argentina*. Ministerio de Economía y Obras Públicas. Desafíos del bicentenario, Buenos Aires.
- Lavarello, P. J., y Goldstein, E. (2011). Dinámicas heterogéneas en la industria de maquinaria agrícola argentina. *Problemas del desarrollo*, 42(166), 85-109.
- Lewinger, A., Straffela, M. e Ianuzzi, P. (2012). Guerra cambiaria. ¿Falla de coordinación o forma concreta de una crisis de sobreproducción general capitalista?. *Razón y Revolución*, 23, 7-27.
- Llosa, J. (1963). *Necesidades de maquinaria agrícola para un plan de expansión de cultivos*. Buenos Aires: CONADE.
- Manyika, J., Chui, M., Bughin, J., Dobbs, R., Bisson, P., y Marrs, A. (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*. San Francisco, CA: McKinsey Global Institute. Recuperado de: https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Disruptive%20technologies/MGI_Disruptive_technologies_Full_report_May2013.ashx
- Maquinac. <https://maquinac.com/>
- Martino, A. y Delgado, M. (1977). *La maquinaria en la agricultura. Santa Fe (1880-1890)*. IV Congreso Nacional y Regional de Historia Argentina, Mendoza.
- Mehta A., Gross A. (1 octubre 2007). The global market for agricultural machinery and equipment. *Business Economics*.
- Melchiori R, Albarenque S., Kemmerer A. (19-20 septiembre 2018). Evolución y cambios en la adopción de la agricultura de precisión en Argentina. *17 Curso Internacional de Agricultura y Ganadería de Precisión*, INTA Manfredi.
- Méndez, A. Scaramuzza, F. Vélez, J.P. y Villarroel D. (2012), *Argentina en adopción y desarrollo de tecnología de agricultura de precisión un referente mundial*, INTA Manfredi.

- Obstchako E. (1988). La economía agraria argentina. Consideraciones sobre su evolución y situación actual. *XX Congreso Internacional de Economistas Agrarios. Asociación Argentina de Economistas Agrarios*. Buenos Aires.
- Pereira H. (1988). La economía agraria argentina. Consideraciones sobre su evolución y situación actual. *XX Congreso Internacional de Economistas Agrarios. Asociación Argentina de Economistas Agrarios*. Buenos Aires.
- Perez, C. y Freeman, C. (1988). Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour. En G. Dosi et al, *Technical change and economic theory*. Londres: Pinter, 38-66.
- Raccanello, Mario (2011). Una historia del capitalismo local: auge y crisis de la firma de tractores Zanello (1951-2002). *Industrializar Argentina*, 14.
- Reca. L. y Parellada (2001). *El sector agropecuario argentino. Aspectos de su evolución, razones de su crecimiento reciente y posibilidades futuras*. Buenos Aires: Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.
- Romero Wimer F. (2010). *Los fierros vienen marchando ¿de dónde vienen? Maquinaria agrícola y capital extranjero en el agro pampeano, 1976-2008*. Documentos del Centro Interdisciplinario de Estudios Agrarios N° 5, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires.
- Sztulwark, S. (2012). *Renta de innovación en cadenas globales de producción: el caso de las semillas transgénicas en Argentina*. Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Villarroel D., Scaramuzza F., Vélez J.P. (19-20 de noviembre de 2018). El Progreso en la tecnificación del Agro. *17 Curso Internacional de Agricultura y Ganadería de Precisión*, INTA Manfredi.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., y Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming—a review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80.