

“Gestación y despliegue del paradigma de las TICS en el agro argentino”

Mariana Daniela Cuello¹

mariana.cuello@unq.edu.ar

1. Introducción

Según Dabat (2009), desde la revolución industrial del siglo XVIII han ocurrido grandes olas de cambios tecnológicos que incrementaron la productividad de la economía mundial. En esta línea sostiene que hasta el momento se registraron cinco revoluciones u oleadas tecnológicas² motorizadas por la difusión de una innovación radical con el potencial de reestructurar la economía, difundidas gracias a un nuevo paradigma definido por una nueva organización óptima, nuevo perfil de capacitación, nuevos productos, uso intensivo de un insumo clave, nuevo patrón de localización de la producción y gasto masivo en infraestructura (Rivera Ríos, 2005).

Antes de articularse como una revolución tecnológica, y de ser reconocida como tal, pasa por un período de gestación cuya duración puede ser muy larga, por lo cual las innovaciones que contribuyen a configurarla pueden haber existido durante mucho tiempo (Perez, 2005). No obstante, para que una sociedad se enrumbe decididamente en la

¹ Doctoranda en Ciencias Sociales, mención Ciencias Sociales y Humanas (UNQ), Tesis en curso titulada “El proceso de modernización de la producción agrícola argentina. Análisis del Sistema Nacional de Innovación y del rol del paradigma de las TICS en su articulación (1995-2014)”. Director Germán Dabat. Licenciada en Comercio Internacional, con orientación en Economía Internacional, UNQ. Docente del Departamento de Economía y Administración, UNQ. Investigadora proyecto de I+“Políticas para el desarrollo productivo de territorios con monocultivo de soja”, director Germán Dabat.

² Esas oleadas son: 1) la revolución industrial nacida en Inglaterra en 1770, 2) la era del vapor y del ferrocarril iniciada en 1829 en Inglaterra, 3) la era del acero y la electricidad que comenzó en 1875, en la que Estados Unidos y Alemania jugaron un papel dinamizador más importante que el inglés, 4) la revolución basada en los hidrocarburos y la producción en masa con centro en Estados Unidos a partir de 1908 y 5) la actual revolución tecnológica impulsada por la informática, que tuvo su origen y primacía en Estados Unidos desde 1970. (Pérez, 2005)

dirección de un nuevo conjunto de tecnologías, debe aparecer un ‘atractor’ muy visible, que simbolice todo el nuevo potencial y sea capaz de despertar la imaginación tecnológica y de negocios. Asimismo, cada revolución tecnológica es resultado de la interdependencia de un grupo de industrias con una o más redes de infraestructura. De esta manera, cada revolución combina productos e industrias verdaderamente nuevos con otros preexistentes, redefinidos. Finalmente, es importante notar que cada revolución tecnológica contiene muchos sistemas tecnológicos, con lazos de retroalimentación entre ellos (Pérez, 2005), apoyándose recíprocamente y aprovechando la experiencia, el desarrollo de proveedores, la educación de los consumidores y otras externalidades creadas por sus antecesores en el sistema (Freeman, Clark y Soete, 1982).

Respecto a la actual revolución tecnológica, Pérez (2000) refiere a la Era de la Informática o el Paradigma de las TICS al conjunto de tecnologías nucleadas en torno a la microelectrónica, las computadoras, los sistemas de producción flexibles y las telecomunicaciones digitales, como principales elementos que le dieron forma. Este paradigma, resulta de la conjunción de la irrupción de la informática en los Estados Unidos en los años 70, y de la revolución organizativa en Japón, de los años 70 y 80, que representa el cambio de la producción en masa hacia una producción más flexible. En cuanto a su gestación, se pueden mencionar varios hitos, comenzando por el más importante que fue el microprocesador de INTEL lanzado en 1971, aunque cabe destacar que los chips datan de 1958, y los transistores³ que lo componen se crearon en 1947. Por otro lado, las computadoras también venían desarrollándose desde décadas antes. Las primeras que surgieron a mediados del siglo XX tenían funciones altamente específicas y

³ Recibe a la electricidad como pequeños impulsos de energía eléctrica y la codifica como información digital

los cambios de “programas” se hacían modificando conexiones físicas (Stenimuller, 1995). En este sentido, toda programación era dependiente del hardware particular al que se aplicaba. Pero, hacia fines de los 60, sobre todo debido a la decisión de IBM de desacoplar al software del hardware, comenzó a gestarse un mercado tercerizado de programas de computadoras. Las computadoras tal y como las conocemos hoy en día con el nombre de PC, se lanzaron en 1981. Asimismo, cabe destacar que el origen de este artefacto está ligado al desarrollo de un software muy particular: el sistema operativo, que compone la base del funcionamiento de toda computadora. Éste fue desarrollado en base al CP/M, una idea original de Tim Patterson, amigo de Bill Gates que luego éste tomaría como referencia para elaborar el Q-DOS que se trató del primer sistema operativo implementado en la PC. Pero la informática no tendría hoy la relevancia que tiene si no fuera por la difusión de lo que hoy conocemos como Internet. Podemos remontar sus orígenes a los años 50, cuando Estados Unidos conforma una red de comunicación entre nodos estratégicos del país, mediados por computadoras conectadas por tendidos terrestres, denominada ARPANET. El avance de la privatización de esta red permitió su extensión por fuera de los Estados Unidos, ayudado por los tendidos submarinos que reemplazaron los terrestres. Para fines de los años 80, con una red extendida a diversos países, el surgimiento de los denominados hipervínculos, o direcciones de internet conocidos como el “http”, lograron agregarle contenido, y para 1993 con el lanzamiento del primer navegador, comenzó a tomar forma lo que hoy conocemos como Internet, y terminando de configurar así un sistema de tecnologías fuertemente vinculadas entre sí.

Como insumos clave de esta revolución tecnológica, Cuello (2014a) encuentra la presencia de información digital⁴ (ID) y tecnologías digitales⁵ (TD) en su sistema de tecnologías. Siguiendo a Zukerfeld (2010), la autora agrupa bajo ID a todo el software presente en las tecnologías descriptas ya que se trata de “un conjunto de flujos de información digital que hace cosas” o dicho de otro modo, de instrucciones realizan una o varias tareas en un artefacto digital. En este sentido, los artefactos o TD funcionan como el soporte de esta ID- el software-, que lo almacena, ejecuta y contiene. Por ello podemos identificar por ejemplo, el sistema operativo de una PC con ID, y a la PC con las TD. Asimismo, y en un plano más profundo, los transistores, que codifican impulsos eléctricos de encendido-pagado, operan también como TD, transportando “el conocimiento codificado mediante señales de encendido apagado”, que compone la ID. De esta manera, la presencia de ID y TD se hace visible en el actual paradigma, a través de la difusión del conjunto de tecnologías agrupadas en torno a la informática.

En el caso del sector agrícola argentino, la difusión del llamado paradigma de las TICS se ha hecho visible a través de un revolucionario paquete tecnológico que incorpora a la ID y las TD como insumos clave (Cuello, 2014b), y evidencian un período de gestación, donde cada tecnología transita por un sendero de avance que converge hacia una misma línea evolutiva en la fase de despliegue. Este trabajo pretende describir la llegada de estas tecnologías, identificando las fases de gestación y despliegue de las mismas, para lo cual comenzará realizando un desarrollo sobre las características de este nuevo paquete y sus aportes, para luego identificar a estas tecnologías con el actual paradigma informático, y

⁴ Se define a la información digital (ID) como un “conocimiento instrumental codificado binariamente mediante señales eléctricas de encendido-apagado” (Zukerfeld, 2008)

⁵ Son aquellas que procesan, transmiten, almacenan o generan información digital

pasar a la descripción de los senderos de avance de estas innovaciones, identificando y caracterizando sus etapas de gestación y despliegue.

2. El nuevo paquete tecnológico y el sistema de tecnologías

Los primeros cambios tecnológicos registrados en el agro argentino ocurren recién en los años 70, momento en que se incorpora la mecanización, con la incorporación del tractor automotor y las semillas híbridas con el doble cultivo trigo-soja de segunda. Se trataron éstas de innovaciones incipientes basadas en los primeros avances en genética y mejoras tecnológicas operativas en maquinarias, que si bien lograron impactar positivamente con un incremento notable en el nivel de producción, también resultaron en una erosión notable de los suelos y con ello una caída de los rendimientos (Alapin, 2008; Bisang, 2007) a causa de la intensificación de las prácticas agrícolas y del laboreo, así como también por una falta de conocimientos sobre los efectos adversos de las nuevas tecnologías. Para mediados de los años 90, la preocupación por la erosión de los suelos fue definiendo, junto al agotamiento del Plan de Convertibilidad y los cambios en los precios internacionales de los commodities, un marco de hostilidad para los productores agrícolas y la economía en general, que guió la difusión masiva de un conjunto de nuevas tecnologías compuestas por semillas transgénicas, nuevos métodos de trabajos asociados a la siembra directa y nuevos y mejores productos químicos –fertilizantes, herbicidas– que facilitaron el “armado” de un nuevo paquete agronómico que nucleó un sistema tecnológico.

La principal tecnología que agrupó los componentes del ya mencionado nuevo paquete se trató de la soja RR (RoundUp Ready), producida por Monsanto y aprobada para su uso en el país en 1996. La propiedad fundamental de esta semilla es la resistencia al glifosato,

herbicida que se difundió notablemente conjuntamente con esta variante, caracterizado por su efectividad frente al resto de herbicidas en el mercado, en materia de control de malezas y preservación de la planta. La otra innovación principal, que también cobró una difusión notable con la introducción de las semillas transgénicas, fue la Siembra Directa, un sistema de labranza que se realiza con máquinas preparadas especialmente para colocar la semilla a la profundidad requerida con una remoción mínima de la tierra, eliminando el uso del arado y minimizando el laboreo. Más tarde, este sistema se complementó con la Agricultura de Precisión, un conjunto de tecnologías sitio específicas con equipos y programas para la confección de mapas de rendimiento y adaptadas a los distintos tipos de suelo. Estas tecnologías a las que adicionaron insumos y maquinaria, operaban así como un sistema capaz de reducir costos e incrementar la productividad en niveles significativos, superadores a las viejas técnicas de producción. Con este nuevo paquete que se completa con insumos, maquinaria y equipo, el sector ingresa en una etapa de dinamismo que desde mediados de los años 90 permite la expansión de la producción y del área cultivable en niveles históricos. Este dinamismo se extiende y profundiza en el decenio siguiente, con una valorización del suelo argentino y un incremento de las exportaciones de los principales commodities (Cuello, 2014c).

2.1. El nuevo paquete agronómico y la llegada del paradigma de las TICS al agro argentino.

Este denominado paquete de tecnologías se trató ni más ni menos de un fenómeno de avance producto de la llegada del paradigma de las TICS en el agro local (Cuello, 2014b). Según la autora, la revolución tecnológica iniciada en la década de los 70 en Estados Unidos, se desplegó progresivamente por todo el mundo a distinto ritmo, alcanzando a la

Argentina, y al sector agrícola argentino, que a mediados de los años 90 comenzó a incorporar tecnologías propias del actual paradigma, teniendo como componentes principales a los insumos claves de dicha revolución tecnológica, la ID y las TD. Si bien en su Tesis ofrece una comprobación muy extensa para desarrollar en este trabajo, podemos resumir que sostiene que tanto la soja RR como la Siembra Directa, y luego la Agricultura de Precisión incorporan ID y TD. Resumidamente, la soja RR resulta de un proceso de traducción de los flujos de información genética que porta una semilla proveniente de un fruto natural, que son codificados, traducidos a ID que circula en TD capaces de almacenarla y decodificarla para su manipulación, y culmina con la generación de información genética de una semilla surgida de la aplicación biotecnológica. En cuanto a la otra innovación principal, la SD, destaca que fue incorporando lentamente nuevas tecnologías implementando maquinaria específica con alto potencial, teniendo como componente a chips y transistores –que codifican y decodifican ID-, alcanzando a fines de los años 90 un importante nivel de avance con la agricultura de precisión, que incorpora tecnologías basadas en ID y TD, ya que consiste en la utilización de un importante instrumental compuesto por el monitor de siembra; las computadoras para pulverizadoras, que mantienen constante la dosis de aplicación ante variaciones en la velocidad de avance; el monitor de rendimiento en cosecha, que permite conocer en tiempo real los datos importantes de la cosecha que se está realizando; y el banderillero satelital de uso aéreo y terrestre, que guía al conductor a través de posicionamiento satelital (Cáneda, 1999). En este sentido, este sistema utiliza a las tecnologías digitales como principal herramienta de análisis. Por otro lado, al utilizar software específico en cada equipo, para la confección de los mapas sobre el suelo, y tecnología GPS para la ubicación de las zonas por tipo, utiliza

ID. También la información que circulan en los satélites, sensores, etc. las imágenes y los datos sobre el suelo, entran en esta categoría.

Asimismo, antes de su difusión, como adelantamos anteriormente, las tecnologías atraviesan por un período de gestación. Allí se forma la trayectoria de avance que va recorriendo un sendero bien definido. Asimismo, cada tecnología no se genera de forma aislada, sino vinculada a otras que comparten uso, mercado, red de proveedores, etc., conformando un sistema de tecnologías. Luego, en su fase de despliegue en la que ya encontraron el diseño dominante, evidencian avances incrementales en un sendero bien definido, sin apartarse hacia otras direcciones (Pérez, 2005).

El paquete tecnológico aquí referido, muestra un sendero de avance definido por el cual transita cada una de las tecnologías que componen dicho sistema, y que se fueron gestando a lo largo de varias décadas hasta converger a una línea de avance precisa.

3. Sendero de avance de las tecnologías que integran el revolucionario paquete agronómico.

A continuación se describe la trayectoria de avance seguida por el agregado soja RR-SD y por el resto de tecnologías que integran este sistema.

3.1. La Siembra Directa.

La práctica de la Siembra Directa (SD) aplicada en Argentina tuvo sus primeros avances en la década de los 60. Estos avances resultaron de las preocupaciones por la erosión de los

suelos⁶ que ocasionaba la siembra convencional⁷ y los efectos sobre los rendimientos de los cultivos que se acentuaron en esos años. Sin embargo, los primeros intentos que se llevaron a cabo en esos momentos con el propósito de avanzar sobre esta problemática resultaron de esfuerzos aislados que no lograron trascender. La identificación de los principales problemas o también denominados “problemas de primera generación” que se nuclearon en el control de malezas, las plagas y enfermedades y la implantación, promovió el esfuerzo para proveer soluciones tecnológicas adecuadas a cada uno. Ello se dio concretamente a partir de los años 70 con el impulso de las primeras investigaciones oficiales en SD. Los resultados fueron fructíferos, puesto que se desarrollaron los primeros prototipos de sembradoras para SD adaptadas a las condiciones locales, pero no fue hasta la década siguiente que se logró avanzar sobre los problemas de primera generación, con la puesta a punto de sembradoras en base a la imitación de modelos importados adaptados a condiciones locales. Superadas las dificultades propias de la adopción de un sistema de siembra diferente al convencional⁸, la SD alcanzó su puesta a punto en los años 90 y logró difundirse hacia el conjunto de la producción junto a la soja RR, maquinarias e insumos. Esta difusión se mantuvo y profundizó durante la década siguiente, acompañada por la generación de nuevos avances fundamentalmente en materia de equipos y maquinaria.

⁶ Entre los daños más notables, se destacan las erosiones hídricas y eólicas causadas por el arrastre de partículas en suspensión y su efecto en la contaminación de cursos de agua, y la degradación de los suelos ocasionada por la labranza convencional (INTA, 2011)

⁷ La capa más fértil del suelo, se encuentra alojada en los primeros centímetros del mismo. Una vez desaparecida, la naturaleza tarda miles de años para volver a formarla. En Argentina, 40 años de labranza, hicieron perder en promedio el 2% de Materia Orgánica de sus suelos, llevándose el 50 % de su fertilidad potencial (INTA, 2011)

⁸ Cabe destacar que en un principio costó adaptarse definitivamente a este sistema puesto que representaba una novedad radical al requerir el manejo de nuevos conocimientos distintos de aquellos necesarios para la puesta en práctica del sistema convencional. Asimismo, al implicar un manejo de labores distinto lo cual a su vez implicaba una inversión en labores en tiempos distintos a la práctica convencional, y las erogaciones se debían realizar al inicio del ciclo lo cual requería contar con capital inicial. Lo mismo se daba para el acceso a know-how e insumos que implicaba esta tecnología (Alapin, 2008)

En cuanto a los aportes de SD, se asegura que se trata de uno de los pilares tecnológicos que explican el aumento de la productividad y de la rentabilidad que el campo argentino experimentó en los últimos años. Este sistema de labranza se presentó como una herramienta vital para hacer frente al marco de hostilidad que se abría en los años 90 con la convertibilidad de la moneda y las reformas estructurales, debido a las diversas ventajas que representaba en relación a la práctica de labranza convencional. Estas ventajas se vinculaban básicamente a la reducción de los costos productivos. La reducción de los labores producto de un menor requerimiento de maquinaria agrícola y de mano de obra simplificaba el manejo de los factores de producción, reduciendo además el consumo de gas oil, tanto para los laboreos como para el control de malezas, resultando en una reducción de los costos directos de producción (Renúgana et al., 2003). La base de este ahorro de costos reside en la lógica de operatoria de este sistema la cual difería en gran medida a la convencional. Con la SD se implanta en una única operación y con una sola máquina que se trata de la sembradora directa, en reemplazo de varios pasos involucrados en el modelo convencional que requería de un número mayor de maquinarias.

En líneas generales, a partir de los aportes de Alapin (2008), Bisang (2007), e INTA (2011) puede resumirse las ventajas de la SD en los siguientes puntos: reducción de mano de obra o paso de tareas de ejecución a tareas de control, reducción del consumo de combustible⁹, posibilidad de realización de doble cultivo por reducción de los tiempos¹⁰, permite sembrar

⁹ Mientras que en la primera tecnología son necesarias tres pasadas con un tractor; en el caso de la siembra convencional, se estima entre cinco y seis dependiendo del tipo de terreno (Bisang, 2007)

¹⁰ La primera etapa para el caso de la SD, comienza con la fumigación y entre cinco a siete días posteriores (cuando el herbicida hizo efecto) se siembra a razón de unas 100 has por día; en cambio, para el caso de la siembra convencional, el proceso completo -para 100 has- demanda entre cuatro y cinco días. Para la segunda etapa el suelo no se rotura si se utiliza SD lo cual hace que se compacta y permean mejor las lluvias y permite ingresar a trabajar en la tierra. En el caso de la siembra convencional, dependiendo de tipo de suelo, se debe esperar que los suelos se sequen y soporten el peso de las máquinas. En la última etapa si se puede ingresar al

donde arar no era posible por falta de agua, protege contra la erosión (90% menos de erosión respecto a la labranza tradicional), mejora la fertilización natural a través de la incorporación natural de barbechos, aumenta significativamente las hectáreas trabajadas por persona, mejora el balance de la Materia Orgánica¹¹, extensión de la vida útil del tractor (reducción de uso del 66%), reduce la cantidad de maquinaria utilizada¹², reduce en 40% el consumo de combustible respecto a labranza tradicional (INTA, 2011) y finalmente, permite obtener un 25 a 40% más de rendimiento de los cultivos a iguales precipitaciones con mayor estabilidad a través de los años. (INTA, 2011)

3.1.1. Trayectoria tecnológica de la SD.

Los primeros pasos en investigación vinculada a la SD devino directamente del proceso de intensificación agrícola producto de la adopción del doble cultivo trigo-soja. La difusión del doble cultivo combinado a la mecanización de la producción, si bien redundó en resultados positivos en materia de rendimiento, impactó negativamente en el sistema suelo, vía degradación de la integridad biológica y ecológica del mismo. Esta preocupación por conservar los suelos y así los mayores rendimientos que este boom productivo representaba para el sector, fue el principio rector que guió la puesta en marcha de iniciativas desde los años 60¹³. En esta línea se requería el desarrollo de maquinarias que no roturen los suelos a

campo más rápido luego de la lluvia y se realizan menos tareas, lo cual se puede lograr con SD, se ganan días de ingreso y de egreso lo cual permite ciclos de cultivos más cortos (Bisang, 2007:)

¹¹ la Materia Orgánica (M.O) del suelo (Humus) debido a los constantes trabajos de labranza que se realizan. La M.O es fundamental tanto en la fertilidad química como física del suelo. Ella es fundamental, tanto para el aporte de nutrientes como para mantener la estabilidad estructural del suelo y con ello favorecer la dinámica del agua (INTA, 2011)

¹² Cabe destacar que en materia de equipamiento la SD requiere de dos equipos básicos de alta complejidad y un tractor de porte medio-alto, en tanto que para la siembra convencional se requieren entre cuatro y seis equipos de baja complejidad con un tractor de porte indistinto (Bisang, 2007)

¹³ Las primeras experiencias de no labranzas para el control de la erosión de los suelos realizadas por el ingeniero Marcelo Fagioli en el marco del INTA Pergamino constituyó uno de los primeros intentos en avanzar con el tratamiento de los problemas existentes en materia de suelo. La escasa difusión de su estudio,

la hora de implantar semillas. Por otro lado, se hacía necesario comenzar a establecer metodologías sobre el uso adecuado de herbicidas para cada zona y cultivo, algo sobre lo cual aún no se había avanzado, y realizar estudios para conocer las plagas y enfermedades existentes, ello fundamentalmente debido a la aparición de malezas que se constituían como un obstáculo a los avances de las investigaciones que se llevaban a cabo. La puesta a punto de sembradoras también constituyó un tema central en esos años a la vez que implicó un desafío, dadas las dificultades que el manejo de rastrojos presentaba a las investigaciones. Estos problemas de primera generación - control de malezas, las plagas y enfermedades y la implantación- fueron abordados por estudios y ensayos que comenzaron a desarrollarse desde los años 70¹⁴, aunque recién en los 80, con la presencia de una red de innovación más fuerte¹⁵, se lograron algunos progresos en la materia. Para el caso del problema de implantación, se logró la puesta a punto de sembradoras de granos gruesos en base a la imitación de modelos importados y adaptados a las características locales. En lo que respecta al control de malezas, el herbicida glifosato se perfilaba como aquel más promisorio, aunque aún se requería avanzar en la precisión de su uso y dosificación. En el plano económico, distintos estudios permitían asegurar que la SD repercutiría

la falta de una base de investigación formal sumado a los problemas agronómicos frustraron esta experiencia (Alapin, 2008).

¹⁴ La creación del Centro Nacional de la Soja en la estación experimental Marcos Juárez en 1974, se trató de uno de los focos iniciales de experiencias e investigaciones oficiales en SD. (Alapin, 2008)

¹⁵ En esta línea nace el Proyecto INTA-PAC (Programa de Agricultura Conservacionista) que tenía como tarea la experimentación adaptativa en campos para la generación de una fuente de datos, y tenía como misión la difusión, fortaleciendo la extensión y la vinculación con los productores. Sumado a este programa, se firmaron convenios tanto públicos entre Universidades y el Banco de la Nación, como privados con empresas que ya venían vinculándose con el INTA en la década precedente. Por otro lado, comenzaron a establecerse formalmente asociaciones entre productores que fueron cobrando un mayor protagonismo en materia de difusión de la SD. La Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID) se conformó así en 1989 inicialmente con veinte socios entre los cuales había productores medios y pequeños, contratistas y asesores. Esta corporación asumió desde sus inicios un rol fundamental en la difusión posterior de la SD, aunque éste no fue el caso para todas las asociaciones de productores conformadas en esos años como sucedió con CREA, la cual se mantuvo más al margen del proceso de difusión de la SD. (Alapin, 2008)

positivamente en la rentabilidad de los productores vía reducción de costos en mano de obra y combustible.

En los 90, al difundirse simultáneamente con la soja RR y el glifosato, la SD ganó terreno aplicándose masivamente y estableciéndose como la práctica de siembra predominante. Pero esta aplicación masiva fue planteando nuevos desafíos. Su uso prolongado generó resistencia a las malezas y falta de nutrientes de los suelos. Para el primer problema se aplicaron soluciones más simples, asociadas a una mayor dosificación de herbicidas, y para el segundo, se introdujo una solución tecnológica al proceder a la aplicación de nutrientes por medio de maquinaria adecuada para ello.

En la última década se presentan algunos avances vinculados a nuevos herbicidas más concentrados y con mayor efecto sobre malezas, y sobre todo a la agricultura de precisión. Este sistema integra un conjunto de tecnologías que permite un manejo detallado y diferenciado para la producción mediante el uso de satélites, y la confección de mapas que permite el uso variable de insumos (Darwich, 2000). Es una estrategia de manejo a campo que combina telecomunicaciones, sistemas electrónicos, sensores remotos y otros tipos de información sitio-específica que permiten conocer en detalle el estado de los cultivos y de los suelos y además optimizar la utilización de insumos. Todos estos instrumentos permiten no sólo hacer un aporte a la conservación de los suelos sino además permitir que la producción agrícola trabaje con niveles de eficiencia nunca antes vistos y evitar la sobreutilización de agroquímicos, semillas y fertilizantes al proveer al productor de información que facilita el manejo de sus cultivos. Por otro lado, desde el año 2000, la SD comienza a complementarse con la agricultura de precisión. Según Albornoz (2010), Argentina comenzó con el desarrollo de esta técnica a mediados de 1996, a través de

trabajos de exploración en algunas universidades de Estados Unidos, como Purdue, Iowa y Nebraska, lo que se sumó al desarrollo de las algunas empresas proveedoras de insumos tecnológicos, y de la mano de algunas unidades experimentales del INTA, que se asoció con determinadas instituciones como AACREA, AAPRESID, INFOPOS, etc. Este sistema involucra para su funcionamiento el uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) y de otros dispositivos electrónicos como sensores de índice verde, de temperatura y humedad, sensores remotos de teledetección, monitores de rendimiento, medidores de muestreo y otros tantos que van apareciendo en el mercado, para obtener datos del cultivo y adecuar de esa manera el manejo de suelos e insumos a la variabilidad presente dentro de un lote. Estos dispositivos se utilizan usualmente montados sobre diferentes maquinarias y herramientas como cosechadoras, sembradoras, tolvas, fertilizadoras, pulverizadoras, etc., que funcionan con diversos softwares embebidos en cada aparato, los cuales toman y almacenan los datos que surgen de las diferentes operaciones realizadas (siembra, fertilización, cosecha, poscosecha) y se transmiten la información mediante tecnología portátil de informática y telecomunicaciones.

3.2. La soja RR

El primer cultivo genéticamente modificado (GM) que se difunde en la agricultura argentina es la soja tolerante al herbicida glifosato, que se incorpora durante la campaña agrícola de 1996/97. Sin embargo, según afirmaciones diversas, las primeras plantaciones se soja en Argentina pudieron haberse dado en 1862 o 1898, aunque las cifras oficiales indican que la siembra de soja se inició recién en el siglo XX, en las últimas campañas de

los años 30¹⁶. Un elemento decisivo para la adopción de la soja fue la conformación de una red público-privada que se fue gestando desde los años 50 sumados al aumento de los precios internacionales que funcionaron como incentivo a la adopción de este cultivo. Sin embargo, la adopción y difusión de soja con características genéticas tiene lugar recién a mediados de los años 90, luego de que Estados Unidos libere comercialmente el gen RR. La soja RR comprendió el primer cultivo GM lanzado al mercado argentino y se trató de una variante resistente al herbicida glifosato. La expansión de la soja RR se dio junto a la consolidación de la SD al ser la más semilla más adecuada para el funcionamiento de este sistema debido a su resistencia a malezas, permitiendo acortar los tiempos de laboreo y así reducir la roturación de los suelos.

En cuanto a los aportes de la soja RR, uno de los principales y más importantes se trata del reemplazo del paquete completo de herbicidas basado en atrazinas y realizado en varias aplicaciones, por otro de mayor simplicidad que se realiza en dos aplicaciones de glifosato. Cabe destacar que la forma convencional de utilización de herbicidas implicaba varias pasadas de máquina con un costo estimado en el entorno de 38 a 43 dólares por hectárea, que se ve reducido a poco más de 12-14 dólares con la utilización de glifosato (ASA, 2001; Bocchicchio y Souza, 2001). Además el glifosato es un herbicida con baja toxicidad y residualidad en los suelos cuando en comparación con los utilizados en los planteos convencionales.

Según Bisang (2007) la soja RR impulsa la SD y con ello completa un paquete técnico sencillo y ahorrador costos y por otro lado revaloriza las variedades (preexistentes y

¹⁶ En esos años se había avanzado en la mecanización de la operatoria agrícola con la introducción del tractor automotor y de variedades de maíz, sorgo y girasol con mejoras genéticas, del germoplasma mexicano con variedades de ciclo corto y respuesta a fertilizantes junto al paquete de soja que incluía semillas adaptadas a las condiciones del lugar, agroquímicos y maquinaria específica (Martínez Dougnac, 2004).

nuevas). Por otro lado, como ya se hizo referencia anteriormente, la combinación de la soja RR con la SD arroja resultados positivos en materia de beneficios económicos y conservación de los suelos. Implica una disminución de los costos productivos vía acortamiento de los tiempos de laboreo y baja utilización de nutrientes, sumado a la utilización del herbicida glifosato que implica un precio más bajo que la aplicación convencional de herbicidas. Puesto que permite reducir el número de labores, controlar de manera efectiva las principales malezas, proteger el suelo y flexibilizar los periodos de siembra al incorporar un herbicida de muy baja residualidad, contribuye a una mejor acumulación de agua en el perfil superior y facilita la selección de la fecha de óptima siembra. La reducción en el número de labores tiene además otros impactos en relación a la organización de la empresa y a la conservación del medio ambiente. Por un lado implica una menor utilización de maquinaria agrícola y con ello de mano de obra, lo cual simplifica el manejo de los factores de producción. Además permite reducir el consumo de gas oil, tanto para los laboreos como para el control de malezas, con lo que reduce la liberación de carbono al medio ambiente evitando la contaminación por esta vía (Renúgana, 2003)

3.2.1. La trayectoria tecnológica de la soja RR.

Según lo descrito en el apartado anterior, los avances en la soja GM parecen haber sido más acotados que los ya analizados de la SD, aunque más radicales. Asimismo, esta tecnología también transitó por un sendero de avance de la soja RR acompañado por la intervención de una red de actores que fueron encaminando los avances en materia de transgénicos.

El desarrollo de variedades transgénicas de soja fue un proceso largo que no estuvo exento de dificultades. A principios del siglo XX se iniciaron los primeros cultivares en base a investigaciones incipientes en la materia, cuyos resultados se plasmaron en algunas publicaciones sobre las posibilidades de desarrollo de la producción de soja¹⁷. Durante los años 20 y 30 se realizan algunos ensayos en base a variedades de soja adquiridas en mercados externos, que continúan en la década de los 40, pero sin resultar en avances concretos. Martínez Dougnac (2004) aduce que en esta primera etapa experimental operaron diversos obstáculos sobre el avance de las investigaciones, entre los cuales menciona los factores climáticos, la poca diversidad en los tipos de semillas importadas y las malas condiciones de manejo del cultivo -principalmente en lo referido al control de malezas-. Recién a partir de los 60 se generan aportes en el cultivo de soja, con el ya descrito doble cultivo trigo-soja, pero el avance más radical se dio recién en los 90 con la soja transgénica. Kiekebusch (1998) señala que los primeros acercamientos que se realizaron en el país sucedieron recién en la campaña 1991/92, en la que se sembraron los primeros ensayos de soja, algodón y maíz transgénico. De ellos, la soja RR comprendió el primer cultivo GM introducido en el mercado argentino en 1996 y se trató de una variante con resistencia al glifosato, que permitía su aplicación sin afectar el rendimiento y la calidad del cultivo.

3.3. Los demás componentes del paquete agronómico que conforman el Sistema tecnológico

3.3.1. Maquinaria agrícola

¹⁷ En 1909 se iniciaron los primeros cultivares en la Estación Experimental Agronómica de Córdoba, experiencia que continuó durante diez años y cuyos resultados fueron publicados posteriormente por su director, A.C. Tonnelier, conformando dicha publicación un temprano informe acerca de las condiciones, factibilidad y posibilidades de desarrollo de una producción que se consideraba sobre todo apta para cubrir las necesidades crecientes de forraje

La trayectoria tecnológica que recorrió la MA resulta de la conjunción de elementos muy diversos. En los inicios, las máquinas y equipos locales se basaron en el despiece de viejos equipos importados¹⁸, aportando esfuerzos adaptativos. En este sentido, en esta primera etapa la incipiente fabricación de maquinaria se sustenta en la imitación de diseños internacionales a los que se adiciona un componente de desarrollo local que superaba la mera compra de licencias, factor que iba acompañado por el estableciendo de distintos emprendimientos¹⁹. Pero esta imitación no se fundaba únicamente en el interés por el uso eficiente de las máquinas sino además en la importancia de la generación de aportes adaptativos propios (Rougier, 2006) y con ello la formación de conocimiento tácito (Moltoni, 2009).

En la etapa de postguerra se avanza en materia de adaptación sistemática de la tecnología extranjera en base a un extenso trabajo de investigación, fundamentalmente en lo que refiere a industria de partes. Desde principios de la década del 70 el vencimiento de patentes de firmas extranjeras promovió el acceso a tecnologías que pasaban al dominio público, que fundamentalmente eran aprovechadas por pequeñas y medianas empresas nacionales. A fines del decenio se retoma la importación de cosechadoras de alta capacidad y con grandes innovaciones, aspecto que induce a los fabricantes nacionales a introducir innovaciones similares a las de los equipos importados y avances en los modelos nuevos o a los ya existentes para no perder competitividad en la industria. Este sendero de avance

¹⁸ Según Barsky y Gelman (2001) la capacidad tecnológica de los inmigrantes les permitió desarrollar iniciativas a partir de la observación de máquinas que llegaban del mercado internacional.

¹⁹ En 1900 Juan y Emilio Senor comienzan la fabricación de carros y producen en 1922 la primera cosechadora argentina de remolque para tiro animal; Juan Istilart en 1910 produjo su trilladora a vapor; en 1916 Antonio Rotania comienza a relacionarse con el sector a través de la reparación y es quien en 1929 fabrica la primera cosechadora automotriz del mundo; Miguel Druetta, en 1929 produce la primera cosechadora autopropulsada. La producción era sumamente reducida y los componentes claves (motor y transmisión) eran importados. (MECON, 2005; Moltoni, 2009)

parece verse interrumpido en los 80 con el escenario de incertidumbre que se abrió en esos años. En este marco la producción local de maquinaria, tractores y cosechadoras, al ser diseñados para satisfacer una demanda interna muy particular, por zonas, cultivos y sistemas de producción propios, resultaban de difícil adaptación para su exportación. Durante los 90, con el nuevo modelo productivo SD-soja RR se requería la incorporación de tractores y cosechadores de mayor potencia, de sembradoras para SD y pulverizadoras (Bisang et al, 2006), aunque los rubros más complejos como son las cosechadoras y tractores perdieron competitividad con la apertura de la economía que dinamizó la importación de estos equipos. La trayectoria de avance tecnológico retoma su sendero evolutivo en el marco de la posconvertibilidad, con la reposición del sector vía acceso de nuevas tecnologías de fabricación y ampliación de instalaciones y servicios. En este marco crecieron las exportaciones, aspecto que induce a pensar que las empresas han pasado por procesos de aprendizaje y maduración tecnoproductiva que las capacitó para competir en mercados externos. En tractores y cosechadoras, los avances propios aún se basan en la imitación adaptativa y las innovaciones están vinculadas más bien a las prácticas de la industria metalmecánica y la electrónica. En cambio, las innovaciones incorporadas en sembradoras, pulverizadoras y otros implementos agrícolas no solo están relacionadas con la metalmecánica y la electrónica, sino también con las prácticas agrícolas, la genética y la biología. Como ya se describió más arriba las empresas argentinas en general innovan en respuesta a requerimientos agronómicos específicos locales. Sin embargo, algunas empresas, en particular de sembradoras, fueron incorporado innovaciones propias, originales, y distintas de las que exhiben los productos que se hallan en la frontera tecnológica (Bragachini, 2005).

3.3.2. Glifosato

El glifosato inicialmente se empleó para el control del sorgo de Aleppo, a través de la selectividad posicional. Luego, su utilización fue creciendo con la SD y el control de malezas en el barbecho químico. Cuando en 1987 se venció su patente el producto se transformó en un genérico y muchos laboratorios nacionales e internacionales se dedicaron a la producción, distribución o importación del mismo. La difusión masiva de este herbicida en los noventa no sólo estuvo impulsada por la soja RR sino además por un mayor conocimiento sobre su acción y dosificación. La aparición de malezas resistentes que fueron producto del uso extendido del herbicida promovió el desarrollo de nuevas estrategias de aplicación -asociadas a un mayor cuidado y precisión- y la combinación con otros herbicidas, aunque no se trataron de mejoras de índole tecnológica en sus componentes o formulación (Dabat et al, 2011). En los últimos años la producción de soja se ve afectada por enfermedades foliares de fin de ciclo y actualmente se encuentra amenazada por la roya asiática de la soja. La aparición de este problema, intensificado por el monocultivo, representa una posibilidad para el desarrollo de avances vinculados a las mejoras en sus componentes más que en estrategias de dosificación.

3.3.3. Fertilizantes

Los fertilizantes se tratan de insumos que se aplican para aumentar los rendimientos de los cultivos. Cabe destacar que al tratarse de nutrientes, su componente tecnológico depende de la técnica o las metodologías adecuadas más que del nutriente en sí mismo. Al requerir de conocimientos técnicos complejos, el asesoramiento de agentes profesionales a los productores es indispensable para la obtención de los resultados esperados. Esta

complejidad se debe a la especificidad de las necesidades de acuerdo con situaciones tales como las características naturales de cada terreno, la intensidad con la que se ha explotado la superficie en el pasado reciente, el uso agronómico que se le dio, el cultivo que se pretende sembrar²⁰ y la rotación de cultivos realizada anteriormente (Dabat et al, 2012). El conocimiento sobre estos elementos requiere de la realización de estudios e investigaciones, dada la diversidad de casos que pueden presentarse reconociendo la amplitud del territorio cultivable y los distintos cultivos que se pueden producir. En este sentido, el avance tecnológico que recorrieron los fertilizantes se asocia al perfeccionamiento en el uso y dosis de aplicación de nutrientes que provenían primordialmente de mercados externos.

La aplicación de fertilizantes a los cultivos resultó un tanto tardía en relación al resto de las tecnologías estudiadas, puesto que comenzó a tomar impulso recién en los años 70, aunque de manera muy incipiente debido al elevado precio relativo y a la falta de difusión de los laboratorios de suelos y de la maquinaria adecuada para la implementación de los mismos (Alvarez, 2003: 30). A fines de los 80 se llevó a cabo un proyecto de desarrollo de la fertilización, financiado por un convenio con el Gobierno de Italia. Entre otras acciones se condujeron parcelas demostrativas de fertilización en campos de productores²¹ para conocer el impacto sobre los rendimientos que se obtenía con la aplicación de determinados

²⁰ Los nutrientes involucrados en la fertilización en soja incluyen al nitrógeno (N), el fósforo (P), azufre (S), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), y los micronutrientes (Bo, Zn, Cu). Al respecto, y para mayores especificaciones técnicas, puede consultarse Darwich (2000 a y b) y Melgar (2000). El nitrógeno, la urea, el fósforo y el azufre componen las opciones de nutrientes para fertilizar el trigo en Argentina. El fósforo es el elemento predominante de fertilización, al representar un 80% en la mezcla utilizada (Melgar y Caamaño, 1996). Los nutrientes más utilizados para la fertilización del maíz son el nitrógeno, el fósforo y el azufre, que en general son aplicados de forma combinada para aumentar el rendimiento. Véase Darwich (2001a).

²¹ Estos lotes demostrativos contaban con testigos sin fertilización, una dosis normalmente utilizada por el productor, otra recomendada según el "óptimo económico" para las relaciones de precios de entonces, y otra dosis destinada a obtener un rendimiento cercano al potencial. Los resultados de 45 pruebas, muestran que en trigo la fertilización bajo recomendación, a los precios de entonces, aumentaba los rendimientos 3.5 qq/ha. en relación a la receta utilizada por el productor; y más aún, las recomendaciones más generosas superaban en 9 qq/ha los rindes obtenidos con la dosis del productor. (Melgar, 1996a)

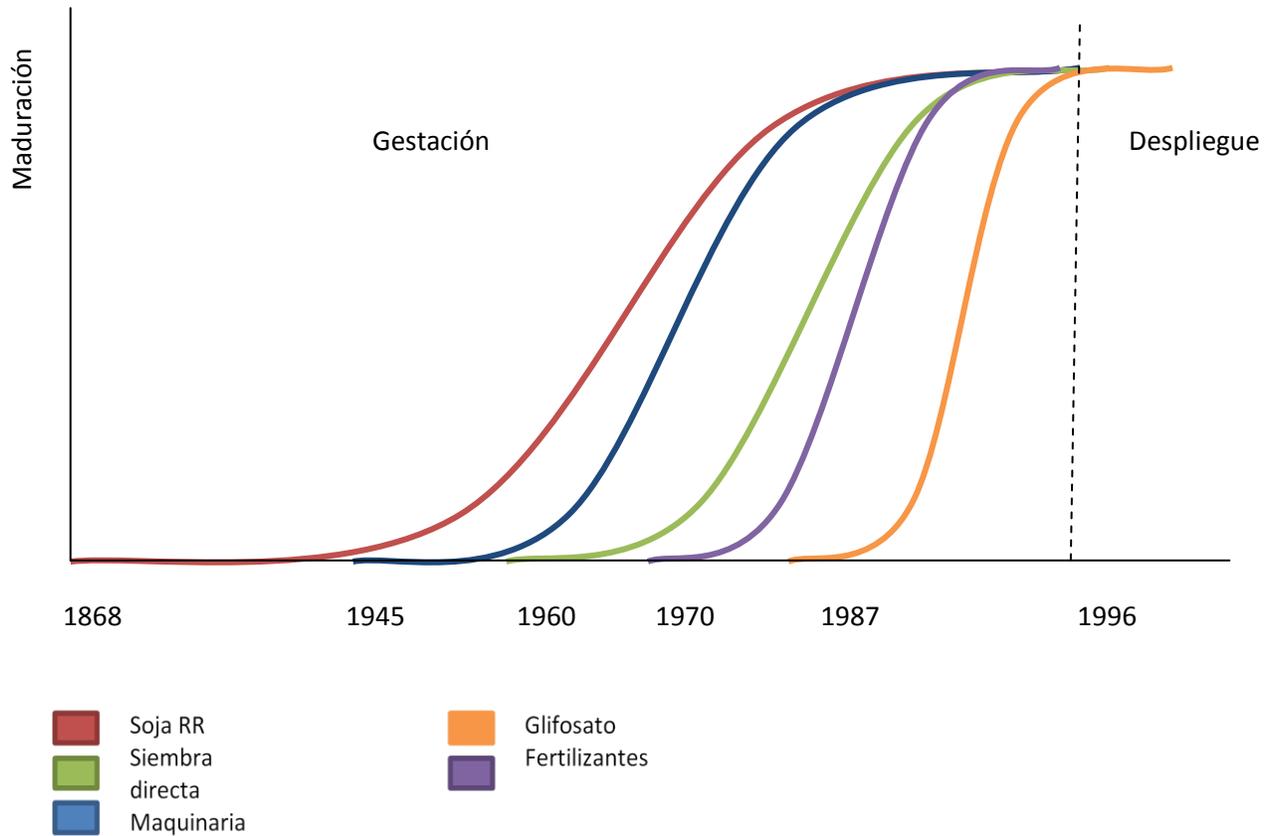
nutrientes. Recién para los noventa de la mano de la difusión de la soja RR y la SD, se realizan mayores esfuerzos en materia de investigación. En esta línea, la Estación Experimental del INTA en Pergamino puso en marcha durante un par de campañas, parcelas demostrativas para alcanzar los máximos rendimientos, comparando distintas recomendaciones de fertilización, con la inclusión de riego en algunos casos. En este proyecto, simultáneamente con el objetivo institucional de intensificar la producción de granos, las recomendaciones de fertilización surgieron no sólo de la dotación y oferta de nutrientes del suelo (criterio de suficiencia) sino de objetivos de rendimientos (criterio de reposición) (Melgar, 1996a). Sumado a estos esfuerzos en materia de investigación, cobra un importante dinamismo la importación de nutrientes. En este plano los fertilizantes fosfatados representan en esos años el 50 % aproximadamente de la importación total de fertilizantes (SAGPyA, 2003).

En cuanto a avances recientes, desde finales de los años 90, con la creciente intensificación de la agricultura y los decrecientes niveles de los nutrientes del suelo, nuevas investigaciones identificaron respuestas a otros nutrientes además de N y P. Se identificaron deficiencias de azufre especialmente en suelos con bajos contenidos de materia orgánica y que habían sido cultivados por un largo período (Melgar, 1998; Melgar et al., 2002). También fueron reportadas deficiencias en potasio y en micronutrientes tales como zinc y boro (Ratto de Miguez y Fatta, 1990; Melgar, 2001). Las investigaciones más recientes si bien van en línea con los avances mencionados, algunas se vienen focalizando hacia la preocupación sobre el desbalance de nutrientes y su efecto a futuro sobre los rendimientos (Miles, 2009)

4. Las etapas de gestación y despliegue

Tal como se describió en la sección anterior, la soja RR, la SD, y el resto de tecnologías

Gráfico 1. Evolución del sendero de avance de las tecnologías que integran el nuevo paquete agronómico



Fuente: Elaboración propia

que conformaron el paquete agronómico que revolucionó el campo argentino desde mediados de los años noventa, transitaron por senderos de avance logrando converger en 1996 con la difusión de la soja RR. Estas tecnologías, si bien se fueron desarrollando en distintos momentos, y evolucionaron a distinto ritmo, lograron aprovechar los espacios que iba abriendo cada una, de manera que fueron vinculándose entre sí a través del mercado abierto por alguna, así como también del conjunto de instituciones que iban integrándose en el desarrollo de determinadas tecnologías. Una vez que alcanzaron el diseño dominante, en

la etapa de despliegue se direccionaron en un sentido bien preciso registrando mejoras sucesivas a lo largo de una misma línea de avance.

En términos más precisos, podemos referirnos a la evolución de la siembra directa, cuyos avances registrados en la fase de gestación, aunque más aleatorios, datan de los años sesenta, profundizándose en los años 70 y 80, hasta los años 90, en que se dispara su difusión conjuntamente con la soja RR. Desde mediados de los noventa, esta tecnología evoluciona en una línea definida hacia el desarrollo de maquinarias de mayor potencia, integrando luego desde el año 2000 a la agricultura de precisión que termina de integrar insumos como los nutrientes y agroquímicos de manera eficiente gracias a la dosificación precisa, aprovechando así el potencial de cada uno. La soja RR, que en su etapa de gestación registra una línea de avance más acotada que el resto de las innovaciones, permite la convergencia de estas tecnologías debido a las características ya referidas en el punto anterior, integrándose en la fase de despliegue a la siembra directa y dando difusión al glifosato debido a la utilización conjunta, y en adelante registra un importante nivel de avances incrementales evidenciado en las variedades inscriptas en el INASE, principal organismo nacional en la materia, con un creciente peso de desarrollos locales ajustados y adaptados a las condiciones propias del campo argentino, fenómeno que tiene lugar de una manera más pronunciada en la última década (Cuello, 2015). En este caso también, los avances son definidos y precisos hacia una misma línea evolutiva.

Cabe destacar que estas tecnologías en su etapa de gestación también se fueron vinculando a través de las instituciones que fueron cobrando notoriedad y un rol más protagónico en el desarrollo de cada una, -tal como se enunció en el punto anterior-, que se fueron sumando progresivamente y operando en forma de red primero, para luego operar de una forma más

integrada en la etapa de despliegue de estas tecnologías, conformando un sistema de innovación (Cuello, 2013). En este sentido, el sistema tecnológico integrado por este revolucionario paquete agronómico, se apoyó además en un sistema de instituciones que concentraron los principales esfuerzos en materia de innovación.

Conclusiones

En Argentina, desde mediados de los años noventa, la producción agrícola ha evidenciado un proceso de cambio tecnológico resultado de la llegada del paradigma de las TICS al sector, incorporándose tecnologías digitales e información digital al llamado “paquete tecnológico”. Dicha incorporación no resultó algo esporádico, sino más bien implicó una evolución de conocimientos y saberes, que transitaron por una etapa de gestación, en que cada tecnología evolucionaba por senderos que iban vinculándose a través de usos comunes, mercados en común e instituciones que fueron operando en forma de red. La convergencia hacia una línea definida ocurre desde 1996 en que la soja RR cobra una difusión sin precedentes, englobando a tecnologías que venían desarrollándose, conformando un sistema de tecnologías que en adelante transitaron por una trayectoria bien definida orientando las mejoras incrementales hacia una misma dirección. Este paquete de tecnologías se apoyó en un sistema de instituciones que lograron articularse hacia un verdadero sistema de innovación.

Este trabajo es un adelanto de algunos temas que ha investigado la autora en su Tesis Doctoral que se encuentra en su fase final de avance, y se encuentra integrado a su vez a temas que trabaja en el marco de su equipo de investigación de pertenencia de la Universidad.

Bibliografía

- Alapin, H. (2008). *Rastrojos y algo más. Historia de la siembra directa en Argentina*, Editorial Teseo, Buenos Aires.
- Albornoz, I. (2010). Software para el sector agropecuario. Documento preparado para el Proyecto de Área de Vacancia sobre “Tramas productivas, innovación y empleo”, Instituto de Industria (IDI) de la Universidad Nacional General Sarmiento y Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCYT)
- Barsky O. y Gelman J. (2001). *Historia del agro argentino*. Buenos Aires, Grijalbo-Mondadori.
- Bisang, R. (2007). *El desarrollo agropecuario en las últimas décadas: ¿volver a creer?*, en Kosacoff, B. (ed.), *Crisis, recuperación y nuevos dilemas. La economía argentina 2002-2007*, CEPAL, Buenos Aires, pp. 191-266.
- Bisang R., Sztuward S. (2006). El caso de la soja transgénica en Argentina, en *Tramas productivas de alta tecnología y ocupación*. Buenos Aires, Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. Pp. 115-151.
- Bragachini, M. (2005). Mercado de maquinaria agrícola argentina: tendencias y novedades presentes en Agroactiva 2005, Proyectos precop y Agricultura de Precisión, Manfredi, Córdoba, eea Manfredi. Disponible en: <http://www.agriculturadeprecision.org>
- Cáneda, G. (1999). Los beneficios de la agricultura de precisión, en *Revista Márgenes Agropecuarios*, agosto.

Cuello M. (2013). Avance histórico hacia el monocultivo: el sendero evolutivo del paquete tecnológico aplicado al agro argentino. I Congreso Iberoamericano de Historia de la Ciencia y la Tecnología. Sociedad Científica Argentina y Departamento de Humanidades médicas (FM/UBA), 20 y 21 de septiembre de 2013, Buenos Aires, Argentina.

_____ (2014a). Bienes informacionales en el agro argentino: un análisis del impacto económico a la luz del capitalismo cognitivo, *Revista Hipertextos. Capitalismo, Técnica y Sociedad en debate*. Volumen 1 Número 2. Enero/Junio de 2014. Ciudad de Buenos Aires. PP. 166-198. ISSN 2314-3916.

_____ (2014b). El paradigma de las TICS y los bienes informacionales. Una mirada sobre el cambio tecnológico en la producción agrícola argentina, IV Jornada de Tesistas y Becarios, Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Quilmes, 22 de octubre de 2014. ISBN 978-987-558-324-5.

_____ (2014c). *Transformaciones en el agro argentino: la valorización del suelo y el dinamismo exportador en el marco reciente*. En Dabat G. y Paz S. (eds.), *Commodities agrícolas: cambio técnico y precios (175-197)*. Quilmes: Colección Economía y Sociedad Universidad Nacional de Quilmes

_____ (2015). Revolución genética en el campo argentino y ciclo de vida de la soja GM. Segundo Congreso de Economía Política. 13 y 14 de octubre de 2015, Universidad Nacional de Quilmes y Centro Cultural de la Cooperación.

Dabat, G (2009). Oleada tecnológica y crisis financiera: la gobernabilidad internacional como blanco móvil. *Revista Ciencias Sociales*. Universidad Nacional de Quilmes.

Dabat G., Paz S., Cuello M. (2011). Clasificación y evaluación de las tecnologías aplicadas a la producción de commodities agrícolas en Argentina. Un insumo para las políticas de desarrollo. PRIMER CONGRESO LATINOAMERICANO DE CIENCIAS SOCIALES “Los Retos Políticos, Económicos y Sociales de Latinoamérica en el Siglo XXI” Zacatecas, México, 12, 13 y 14 de octubre de 2011

_____ (2012). Capítulo 4: *El cambio tecnológico en el agro argentino y su impacto en los costos productivos: reflexiones en torno a las políticas de desarrollo*. Publicado en: La paradoja de la soja argentina: modernización hacia el monocultivo. Editado por Universidad Nacional de Quilmes, colección de Economía y Sociedad. ISBN 978-987-1650-35-4. Quilmes, noviembre

Darwich, N. (2000a). Manejo de la fertilización en soja, *Márgenes Agropecuarios*, agosto.

_____ (2000b). Agricultura de precisión. Tecnología para el tercer milenio, *Márgenes Agropecuarios*, noviembre

_____ (2000b). Agricultura de precisión. Tecnología para el tercer milenio, *Márgenes Agropecuarios*, noviembre

_____ (2001a). Estrategia de fertilización en maíz, *Márgenes Agropecuarios*, diciembre.

Freeman, C., J. Clark y L. Soete (1982). Unemployment and Technical Innovation. A Study of Long Waves and Economic Development, Londres, Frances Pinter Publishers

INTA (2011). Actualización técnica Número 58, febrero.

- Kiekebusch, J. (1998). El desarrollo de maíces transgénicos, *Márgenes Agropecuarios*, enero
- Martínez Dougnac, G. (2004). Apuntes acerca de la historia de la soja en la Argentina. Elementos para delinear experiencias comparadas, Documentos del CIEA n°2
- MECON (2005). Maquinaria agrícola, estructura agraria y demandantes. *Cuadernos de Economía*, número 72, agosto.
- Melgar, R. (1996a). Fertilización para la intensificación agrícola, *Márgenes Agropecuarios*, agosto.
- Melgar, R. (2000). Fertilización en soja, *Márgenes Agropecuarios*, octubre.
- Melgar, R. y Caamaño, A. (1996). Fertilización en trigo, *Márgenes Agropecuarios*, mayo.
- Melgar, R.J. & Camozzi, M.E. (2001). El impacto de los fertilizantes en la agricultura Argentina en un contexto de globalización. XI International Congress of Soil Conservation. 22 to 27 October. Buenos Aires.
- Melgar, R.J., Torres Duggan, M. (2002). Evolución histórica y perspectivas del mercado argentino de fertilizantes. In: Productos y Servicios en el Comercio Moderno de Fertilizantes. *In press* 276 pp. INTA. Pergamino
- Melgar, R.J., Diaz Zorita M. y Caamaño, A. (1998). Sulfur - Another nutrient to consider in cereal fertilization in pampean Argentina. XV International Soil Science Congress. Montpellier, France 1998
- Miles, E. (2009). Balance de nutrientes 2009/2010, *Márgenes Agropecuarios*, julio.

Moltoni, L. (2009). Maquinaria agrícola: gestación temprana de una industria pujante, VI Jornadas de Investigación y debate, "Territorio, poder e identidad en el agro argentino". Resistencia, Chaco, mayo.

Pérez, C. (2000). Cambio de paradigma y rol de la tecnología en el desarrollo, Charla en el Foro de apertura del ciclo La ciencia y la tecnología en la construcción del futuro del país, organizado por el MCT, Caracas, Junio.

_____ (2005). Capital financiero y revoluciones tecnológicas. Siglo XXI Editores, México DF.

Ratto de Míguez, S., Fatta, N. (1990). Disponibilidad de micronutrientes en suelos del área maicera núcleo. *Ciencia del Suelo* 8: 9-15.

Renúgana, M., Fernández, S., Opacak, G. (2003). El impacto de los cultivos genéticamente modificados en la agricultura Argentina, *Programa de Agronegocios y Alimentos Facultad de Agronomía*, Universidad de Buenos Aires, septiembre.

Rivera Ríos, M. Á. (2005). Cambio histórico mundial, capitalismo informático y economía del conocimiento, *Revista Problemas del Desarrollo*, vol. 36, número 141, abril

Rougier, M. (2006). *Encadenamientos productivos en el agro y la industria*. XIV International Economic History Congress, Helsinki.

SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación) (2003): Estadísticas; Agricultura: Insumos y Estimaciones Agrícolas; Semillas. En www.sagpya.mecon.gov.ar

Steinmuller, E. (1995). *The U.S. Software Industry: An Analysis and Interpretive History*
en David C. Mowery (ed.), *The International Computer Software Industry*, Oxford
University Press

Zukerfeld, M. (2008). Capitalismo cognitivo, trabajo informacional y un poco de música.
Revista Nómadas. (28). 52-65.

_____ (2010). Las regulaciones del Acceso a los conocimientos en el Capitalismo
Informacional: Propiedad Intelectual y más allá; Volumen III de Capitalismo y
Conocimiento: Materialismo Cognitivo, Propiedad Intelectual y Capitalismo
Informacional.