

El INTA en la recuperación del sector algodonero argentino (2000-2015)

Facundo Tomás Ventura



INTA Ediciones

Colección
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

El INTA en la recuperación del sector algodonero argentino (2000-2015)

Facundo Tomás Ventura



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

El INTA en la recuperación del sector algodonero argentino (2000-2015)

Facundo Tomás Ventura

633.511 Ventura, Facundo Tomás
V56 El INTA en la recuperación del sector
 algodonero argentino
 (2000-2015) /
 Facundo Tomás Ventura. – Buenos Aires:
 Ediciones INTA, 2016. 84 p. : il.

ISBN N° 978-987-521-728-7 (impreso)
ISBN N° 978-987-521-727-0 (en línea)

i. título
ALGODON – GOSSYPIUM – INSTITUCIONES DE
INVESTIGACION – SECTOR AGROINDUSTRIAL – INTA

INTA-DD



Esta publicación contó con el apoyo de Dolbi S.A. y la Asociación para la Promoción de la Producción Algodonera (A.P.P.A).



**Dirección Nacional Asistente de Sistemas de Información,
Comunicación y Calidad**
Gerencia de Comunicación e Imagen Institucional
Comunicación Visual Diseño: *Liliana Estela Ponti*

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su almacenamiento en un sistema informático, ni su transmisión en cualquier formato o por cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia u otros métodos, sin el permiso previo del editor.

Poner en valor la organización y hacer la historia

En numerosos ámbitos académicos hemos escuchado muchas veces la expresión “**poner en valor**”; cuando se refiere a las organizaciones sin fines de lucro esta tarea, la mayoría de las veces, no es sencilla; no existe un patrimonio neto que crece, ni ganancias que se maximizan o dividendos que se reparten. Solo intangibles, difíciles de percibir dentro de los paradigmas clásicos, pero no por ello son menos importantes.

El apoyo tangible al desarrollo de innovaciones, más allá del discurso elegante que no siempre significa compromiso institucional, es una estrategia interesante que permite aprovechar oportunidades de “poner en valor a una organización”.

Esta publicación de la tesis de posgrado del Ing. Agr. Facundo Tomás Ventura trata magistralmente sobre aspectos que hacen al rol del INTA como actor relevante en el desarrollo territorial, focalizando sobre el algodón como estrategia de desarrollo en el chaco santafesino; y en la historia de una innovación en su cosecha, de gran impacto y con proyección internacional.

Se trata del desarrollo de la **Cosechadora de Arrastre Javiyú** desarrollada por la EEA Reconquista del INTA en el año 2005, y fabricada bajo licencia por la empresa Dolbi SA de la localidad de Avellaneda (Santa Fe) a partir del año 2007.

En su primera etapa de desarrollo –desde la idea al primer prototipo– que es la más difícil, requiere creer en algo que todavía no se ve, estuvieron presente dos organizaciones civiles sin fines de lucro quienes aportaron los fondos necesarios: **una de ellas fue la Asociación para la Promoción del Algodón de Santa Fe (APPA)**.

APPA había nacido unos años antes como respuesta a la severa crisis que vivía el cultivo de algodón en Santa Fe, donde existían severas amenazas de extinción. Integrada por todos los actores relacionados al negocio algodonnero tuvo entre sus principios básicos constitutivos la integración del sector científico tecnológico y el apoyo a la investigación y el desarrollo de tecnología.

Dentro de esta visión y cumpliendo su misión institucional contribuyó al proyecto Javiyú, que años más tarde sería una de las innovaciones más exitosas en la historia de la tecnología de cosecha del algodón en Argentina, y que se expone en la presente publicación.

El proyecto Javiyú ha representado para APPA una ventana de oportunidad histórica para “**ponerla en valor**” como **organización de la cadena algodonnera**, que ha sido brillantemente aprovechada; hoy constituye parte del patrimonio intangible que refleja “**lo que APPA es**” como asociación de actores de la cadena de valor del algodón en Argentina, dentro de un modelo de gestión público-privado.

Queremos acompañar a esta publicación, conscientes de que **hemos sido actores activos primigenios de esta innovación exitosa, y de que con las acciones que hemos realizado hemos “puesto en valor nuestra organización forjando la historia del algodón en Santa Fe”**.

Osvaldo Previale
Presidente APPA
Avellaneda, julio de 2016

Índice

1. Contextualización	7
a) El algodón y la actividad algodonera en Argentina	7
b) La expansión algodonera (inicios de la década de 1990)	12
c) La crisis algodonera, de la mano del nuevo siglo	16
2. Respuestas ante la crisis	23
a) Repensando el cultivo de algodón en Argentina	23
b) Y ahora ¿cómo cosechamos?	28
c) Clasificación de equipos cosechadores	32
3. Hacia un nuevo paradigma	35
a) Los ejes rectores del proyecto	35
b) El recorrido previo del Grupo de Desarrollos Mecánicos de la EEA Reconquista	37
c) El proyecto Javiyú (2005)	40
4. La vinculación tecnológica del INTA	45
a) La política y los instrumentos de vinculación tecnológica	45
b) La protección de un desarrollo público	46
c) La transferencia de tecnología	50
5. Conformando una alianza estratégica con una pyme nacional	53
a) Dolbi S.A., una empresa nacional con trayectoria en el sector algodonero	53
b) La cosechadora de algodón de arrastre Javiyú: sus ventajas	60
6. Transformaciones en el sector algodonero	63
a) El paquete tecnológico	66
b) De producto tecnológico a innovación productiva	68
c) Impactos en el sistema productivo	72
7. Síntesis y conclusiones	77
8. Lista de figuras y tablas	80
9. Bibliografía	82

“La investigación científico-tecnológica es una poderosa herramienta de transformación de una sociedad. La ciencia y la técnica son dinámicos integrantes de la trama misma del desarrollo; son efecto pero también causa”.

Jorge A. Sabato y Natalio Botana

a) El algodón y la actividad algodonera en Argentina

La palabra algodón deriva del vocablo árabe *al-coton* y alude a los pelos sedosos que cubren las semillas de las plantas del género *Gossypium*. La importancia de este cultivo radica en su fibra –fundamentalmente celulosa– que se utiliza universalmente como materia prima textil, por su gran capacidad de hilatura. Secundariamente, su semilla es una importante fuente de aceites vegetales.

Por volumen de producción y consumo, el algodón es la fibra vegetal más importante a nivel mundial. Dicha fibra proviene del algodonero, una planta dicotiledónea de la familia de las Malváceas, que pertenece al género *Gossypium* y cuenta con aproximadamente 45 especies. El género botánico presenta mucha variabilidad –hay diploides y tetraploides– y diversos centros de origen. No obstante, las especies tetraploides son las más importantes desde el punto de vista productivo. Una de ellas, *Gossypium hirsutum* L., con centro de origen en América Central y conocido como “algodón de fibra corta”, constituye el 90 % de la producción mundial, y es el algodón que se cultiva en Argentina.

En nuestro país, la producción de algodón tuvo históricamente un rol significativo dentro de las economías de muchas provincias, como generador de recursos y empleo, como sustento de diversos actores sociales, como articulador del poblamiento, del crecimiento y desarrollo territorial etc., por esto muchos lo denominan un “cultivo social”.

Desde épocas anteriores al Virreinato del Río de la Plata, en el actual territorio argentino, se llevaban adelante producciones de algodón que se consociaban con una industria aún artesanal del hilado y del tejido, principalmente en Santiago del Estero, Tucumán y Catamarca. Así, con desarrollo en el noroeste y posteriormente en el noreste del país, se producía una interesante cantidad de fibra, siempre teniendo en cuenta que tanto la siembra, las carpidas, la cosecha y el desmote eran tareas manuales, complejas y muy dependientes de la mano de obra. En este sentido, los historiadores refieren un dato interesante: en el año 1587 se realizó el primer embarque para exportación desde el Puerto de Buenos Aires hacia el actual territorio brasileño, el cual habría sido conformado principalmente por tejidos de algodón.

Posteriormente, y hacia el año 1790, la invención de la desmotadora mecánica y las mejoras en las máquinas hiladoras en Estados Unidos generaron una disrupción muy fuerte en la producción de la fibra. Esto impactó plenamente en favor de la actividad algodonera del sur de Estados Unidos y en desmedro de otras zonas algodoneras del mundo (Delssin, 2003). La producción local no fue la excepción, ya que la actividad se retrajo al igual que la tejeduría manual.

Años más tarde, con el estallido de la Guerra Civil Estadounidense, en 1861, la situación cambió. Con la baja abrupta de los embarques de algodón norteamericano, la industriosa Inglaterra comenzó a buscar desesperadamente proveerse de fibra en otras latitudes, impulsando planes mundiales de fomento para el cultivo del algodón. En consonancia, en 1862 el gobierno argentino lanzó la primera

campaña oficial para impulsar el cultivo textil, que incluía la importación de desmotadoras y la repartición de semillas. Pero no fue hasta el año 1890 que comenzaron a realizarse experiencias más importantes en los territorios de las actuales provincias del Chaco y Formosa.

Al igual que otros productos agrícolas, a lo largo de la historia del algodón se evidencia una marcada influencia del contexto internacional por sobre el desenvolvimiento de la actividad en el país. Un ejemplo claro de esto fue el auge de la producción durante la Primera Guerra Mundial, con precios internacionales muy altos. Impulsado por la bonanza de precios, en los comienzos del siglo XX, el algodón actuó como atracción sistemática hacia las regiones nortefías del país. Implicó el movimiento de miles de nuevos pobladores, que atraídos por el “Oro Blanco”, permitieron una verdadera colonización agrícola e industrial de amplios territorios nacionales. El ferrocarril y el arribo de colonos (muchos de ellos inmigrantes) potenciaron la ocupación de nuevos territorios que se volcaron ampliamente al cultivo del algodón, actuando este como sustento económico de buena parte de la población. De esta forma, con el correr de las campañas, Argentina se fue configurando como un productor destacado de algodón, ubicándose como el 7.º productor mundial en 1935, con el entonces Territorio Nacional del Chaco a la cabeza.

Hasta entrar en nuestros días, este cultivo industrial y todos los actores involucrados en él atravesaron tanto épocas de bonanza como de freno y retroceso. Algunas de ellas, las más recientes y por lo tanto más relacionadas con el periodo de análisis de este trabajo, serán desarrolladas en las próximas páginas.

En Argentina, el cultivo del algodón se lleva a cabo en una amplia zona comprendida entre el trópico de Capricornio y el paralelo 31º de latitud sur aproximadamente. Este paralelo marca el límite de la expansión del cultivo hacia el sur, dado que la planta es sensible al frío y requiere un periodo libre de heladas no menor a 180 días. Dentro de esta área se presenta una gran diversidad bioambiental, con regiones climáticas que van desde la húmeda en el extremo nordeste (más de 1.500 mm anuales de lluvia) hasta la semiárida del noroeste (menos de 750 mm), donde las áreas irrigadas suman menos del 10 % de la superficie nacional (Elena, et al., 2000).

La Figura 1 trata de plasmar la extensión de la zona algodonera, que abarca a las provincias de Chaco, Santa Fe, Santiago del Estero, Formosa, Corrientes, Catamarca, Salta, Entre Ríos, San Luis y Córdoba. Si bien el área es extensa, el 48 % de la superficie es cultivada en la provincia del Chaco, donde no es extraño oír que “Chaco es sinónimo de algodón” y que “el algodón está en el ADN del Chaco”¹. Si a la superficie chaqueña le sumamos las de Santiago del Estero y Santa Fe, las tres provincias en conjunto concentran el 92 % de la superficie nacional dedicada al cultivo del algodón.

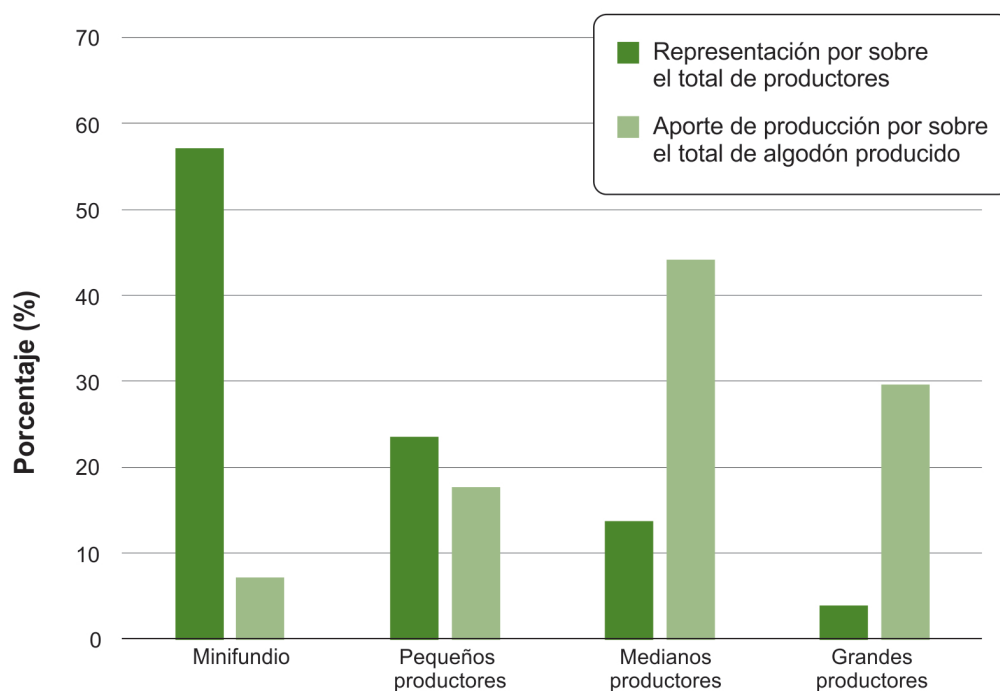
¹ E. Delssin, comunicación personal. 28 de abril de 2015

La cadena presenta una gran complejidad, con diversas realidades y necesidades productivas, como así también distintas posibilidades de acceso a recursos. Sin embargo, para este trabajo fue preciso realizar una pequeña descripción, que quizás peca de sintética, pero no de innecesaria.

En el sector de la producción primaria participan distintos sistemas productivos, como minifundio, la pequeña y mediana empresa, y las grandes empresas agropecuarias. Estructuralmente se los podría clasificar en productores minifundistas (hasta 20 hectáreas), pequeños productores (entre 20 y 90 hectáreas), medianos productores (de 90 a 800 hectáreas) y grandes productores (con más de 800 hectáreas), según la estratificación propuesta por PROINTAL (Delssin, 2005). Sin embargo, es importante aclarar que estas superficies no son solo asignadas al cultivo del algodón, pudiendo convivir con actividades agrícolas, pecuarias, monte natural etc.

A la hora de analizar la distribución de los estratos productivos y su aporte en la producción total del textil, la Figura 2 a continuación resulta muy esclarecedora.

Figura 2. Argentina: estructura de la oferta de algodón.



Fuente: Adaptado de Delssin (2005).

De esta se desprende que los estratos minifundistas y de pequeños productores representan más del 85 % del total de productores algodoneros. Sin embargo estos dos segmentos productivos solo aportan el 25,3 % del algodón producido. En contrapartida, los medianos y grandes agrupan al 18 % de los productores algodoneros, pero explican más del 74 % de la producción del textil. Esta distribución asimétrica agrega complejidad al estudio de los procesos dentro de la cadena y a la determinación de políticas específicas para esta².

² Si bien no se encuentran datos actualizados, los últimos disponibles del PROINTAL para el año 2001, hablaban de la existencia de 32.059 productores algodoneros en todo el país.

El sector primario es quien lleva adelante el cultivo, generando como producto final el algodón en bruto, que se deriva directamente al desmote o indirectamente a través de un agente comercial (el acopiador). El sector productor en su conjunto demanda diversos insumos como combustible, semillas, agroquímicos, maquinaria y servicios; los que son suministrados por el sector de proveedores de insumos y servicios agropecuarios. Este último, integrado básicamente por empresas privadas y cooperativas, a su vez es abastecido por la industria química y de maquinarias agrícolas (tractores, implementos y cosechadoras) radicadas, ya sea en el país o en el exterior (Elena et al., 2000).

El sector desmotador es el receptor del algodón en bruto. Tras el proceso industrial del desmote, etapa donde el algodón se procesa para separar la fibra de la semilla, vuelca al mercado su producto principal –la fibra– y otro secundario, la semilla.

La fibra, considerada la columna vertebral de la cadena agroindustrial del algodón, es destinada al mercado interno (es decir, las hilanderías de algodón nacionales) y a la exportación, a través de distintos agentes de comercialización. Por su parte, la semilla de algodón es canalizada hacia tres usos principales: semilla para siembra, materia prima para la extracción de aceite vegetal y como un recurso de gran utilidad para la alimentación de bovinos, por su balance adecuado de energía, proteína y fibra.

Usualmente las desmotadoras se ubican dentro de la zona de producción del cultivo, lo que les permite aprovisionarse de materia prima en un radio cercano a su localización, con menores costos de flete. Esto también posibilita el agregado de valor al producto y la generación de puestos laborales de manera local, lo cual es un componente diferencial y positivo para el textil, en comparación con otros productos agrícolas. En cuanto al tipo de empresa desmotadora, se habla generalmente de las cooperativas y de las privadas. Las primeras, constituidas básicamente por pequeños y medianos productores, procesan el algodón que ellos mismos producen y se encargan de su comercialización. En cambio, las empresas privadas operan predominantemente con medianos y grandes productores. Los insumos y servicios para el sector del desmote son considerados de carácter industrial y provienen en general de proveedores con representaciones de fábricas de desmote del exterior (por ejemplo Estados Unidos). Por otra parte, existen pequeños y medianos talleres electromecánicos que brindan asistencia para el mantenimiento y modificaciones en los distintos equipos instalados.

El sector de la industria textil –caracterizado como mano de obra intensivo– comprende los procesos básicos de hilandería y tejeduría, en algunos casos integrados con los de tintorería y confección. Este sector consume preferentemente fibra de algodón de producción nacional, aunque también se abastece –en menor escala– de fibra importada; además consume otras fibras naturales, artificiales y sintéticas.

Debido a ciertos estímulos fiscales entre finales de la década de 1970 y la década de 1980, muchas empresas textiles se reubicaron en zonas no algodoneras como La Rioja, San Juan, San Luis y Tucumán, lo que generó un desdoblamiento geográfico del complejo algodonerero (Valenzuela y Scavo, 2009). Este sector, y fundamentalmente el de indumentaria, tiene una fuerte presencia de pymes y presenta una marcada orientación al mercado interno, que en algunos casos llega directamente al consumidor. En cuanto a los productos del sector textil, estos tienen diversos usos como vestimenta, uso doméstico, industrial y rural etc. y son utilizados cotidianamente por millones de argentinos.

Por lo tanto, este cultivo industrial y sus industrias relacionadas tienen una importante participación en el Producto Bruto Geográfico de las provincias algodoneras, generando aportes significativos en sus economías. Por ejemplo, según informes del área económica nacional, el 36,4 % del valor bruto de la producción industrial de Chaco o el 18,5 % de Santiago del Estero derivan específicamente de la fabricación de hilados y tejidos. También para contextualizar, en el año 2014, el 12,2 % de las exportaciones del Chaco provinieron específicamente de la fibra de algodón, lo que significó 49,5 millones de dólares. O para igual año representaron ingresos por 38,6 y 2,3 millones de dólares para Santiago del Estero y Formosa, respectivamente.

El presente trabajo buscó describir y explicar un proceso exitoso de desarrollo tecnológico con transferencia, impulsado desde el sector público. A fin de comprender los aportes realizados, es necesario conocer el contexto ex-ante en que la actividad algodonera y el país se encontraban, analizando –por lo menos de manera sintética– las trayectorias anteriores, los procesos históricos, productivos y económicos. Por ende, se creyó conveniente iniciar el análisis en la década de 1990, una etapa histórica de grandes transformaciones.

b) La expansión algodonera (inicios de la década de 1990)

Fruto de la apertura externa de inicios de la década de 1990, el precio del algodón argentino estuvo estrechamente ligado a la fluctuación de la oferta y demanda mundial. Durante los primeros años, el precio internacional comenzó a elevarse, incentivando un proceso de expansión del cultivo textil. Se acrecentó la superficie dedicada al cultivo, se multiplicaron los volúmenes producidos y exportados, y el sector vivió diversos cambios tecnológicos, como la mecanización de la cosecha.

Durante los primeros años de la década de 1990, con un mercado internacional demandante de la fibra de algodón, el precio de textil comenzó a elevarse con valores cercanos a los USD 1.900 la tonelada, tornando al cultivo muy rentable³. Teniendo en cuenta que el precio internacional de la fibra de algodón es uno de los factores más relevantes que los productores algodoneros utilizan para decidir sobre la siembra del cultivo, los precios altos implicaron una expansión del área sembrada en Argentina (Piedra, 2008). Esta relación entre el precio de la fibra de algodón y el área sembrada fue cuantificada por Delssin (2005), quien determinó que hasta la campaña 2000/2001 la correlación era significativa ($r=0,84$), es decir que cuando el horizonte de precios era apropiado, el área dedicada al textil crecía; en cambio si los precios eran menores, el área sembrada tendía a decaer.

Esta situación podría comprobarse si se analiza el periodo 1994-1998, donde la superficie sembrada “copiaba” por detrás a la curva de precio⁴. Por ende, ante este contexto alcista, el área sembrada a nivel nacional creció a una tasa del 7 % anual acumulativo para el periodo 1990/91-1997/98, logrando un importante auge productivo al que podemos denominar “primavera algodonera”. Durante esta primavera, y evidenciando lo significativo del proceso, se lograron dos marcas históricas: primero, se obtuvo la mayor producción en toda la historia argentina, con 1.346.000 toneladas de algodón en bruto para la campaña 1995/1996; y segundo, se sembró la mayor superficie de algodón con 1.133.150 hectáreas para la campaña 1997/1998. Productivamente, la situación era ampliamente satisfactoria.

Como toda actividad económica, la producción algodonera estaba fuertemente relacionada con la dinámica macroeconómica interna. Argentina, como muchos países de la región, vivía etapas de conducción neoliberal que implicaban el alejamiento del Estado y la preponderancia del mercado. La liberalización de los flujos financieros y comerciales implicó la llegada facilitada de bienes de capital extranjeros, entre otras muchas cuestiones. Por ende, a la par de la expansión algodonera, en los primeros años de la década, fue posible el acceso de bienes importados a precios más reducidos, facilitado por el ingreso sin arancel de maquinaria extranjera (Barsky y Gelman, 2009).

Esta oleada importadora posibilitó la masificación de sistemas mecanizados de cosecha en explotaciones medianas y grandes, iniciando un proceso donde la cosecha mecánica comenzaría a

⁴ Índice “A” de Cotlook para una calidad determinada de fibra de Middling 1-3/32”.

predominar. De esta manera, la mecanización de la cosecha de algodón, que era incipiente en la década de 1980, se intensificó y aceleró significativamente en este periodo de crecimiento de la producción. Durante la década de 1990 ingresaron al país aproximadamente 1.000 equipos de cosecha del tipo picker, de origen extranjero, en general máquinas nuevas aunque también usadas, de 2 y 4 surcos (Pilatti, 2014). Muchas de ellas lo hicieron con financiamiento externo. Mayormente eran cosechadoras John Deere y un número menor de Case IH, de origen estadounidense. Estos equipos autopropulsados de cosecha eran sofisticados y de grandes dimensiones, requerían mantenimiento específico y tenían un elevado valor monetario. Pero en contrapartida, brindaban una importante capacidad de trabajo y eran especialmente adecuados para sistemas productivos de gran escala y elevada capacidad económica.

Este cambio tecnológico fue significativo e implicó transformaciones importantes en la cosecha del algodón. Históricamente la tarea de recolección de capullos fue una actividad intensiva en fuerza de trabajo y estacional, que ocupaba contingentes de braceros o cosecheros de la región, de otras regiones e incluso de países limítrofes. Por ejemplo, entre los cosecheros golondrinas o migrantes, era muy destacada la participación de los provenientes de Corrientes y de Santiago del Estero. Los cosecheros, que generalmente eran contratados directamente por los productores, hacían varias pasadas para recolectar un mismo lote de algodón a medida que los capullos iban madurando. La actividad durante la cosecha era ardua e implicaba esfuerzos muy grandes, pero el producto cosechado era de mucha calidad ya que debía cumplir con la consigna de “sano, seco y limpio”⁵.

Hasta los años 80, la ecuación de los costos permitía a los productores algodoneros obtener renta empleando a los trabajadores estacionales para la cosecha del algodón. Si bien existían relaciones obrero-patronales difíciles, duras y mayoritariamente inequitativas, este ingreso significaba una importante porción del componente salarial del cosechero y de su familia. De esta forma, el algodón se estructuraba como un generador de recursos para muchos actores sociales. Incluso la región en general vivía meses de intensa actividad durante la cosecha, con importante movimiento comercial en los pueblos.

Sin embargo a medida que transcurrieron las campañas, la relación económica comenzó a deteriorarse. Para los productores, el coste de cosecha comenzó a elevarse representándoles más del 30 % del valor de la producción, implicando importantes erogaciones monetarias y una pérdida de rentabilidad frente a otras actividades. Pero tampoco a los cosecheros les rendía económicamente –dejando de reeditarles en ingresos suficientes– por lo que muchos de ellos se volcaron a otras actividades; y “los braceros comenzaron a escasear”⁶.

En esta situación, el remplazo progresivo de la cosecha manual por la mecánica implicó cambios en la productividad del trabajo. Algunos autores hablan del pasaje de 70-80 kilos diarios de algodón por cosechero, a 9.000 kilos por jornada y por operario en una cosechadora de cuatro surcos (Mondino et al., 2006). Este proceso verdaderamente significó un cambio estructural en la cosecha del textil. De esta forma, se dio un proceso dual: la irrupción de la cosechadora mecánica a principios de la década disminuyó el número de trabajadores requeridos para la cosecha de algodón, incluso a pesar del aumento de la superficie sembrada, pero contribuyó a recolectar la mayor producción de algodón.

⁵ O. Pilatti, comunicación personal. 27 de abril de 2015.

⁶ R. Stechina, comunicación personal. 29 de abril de 2015.

También durante estos años, el sector proveedor de la semilla (sector semillero) vivió cambios con respecto a los cultivares, con variedades que aportaban mejoras en rendimiento, en calidad de fibra y en precocidad de cosecha.

Históricamente el sector público –en especial el INTA– fue el principal desarrollador de germoplasma de algodón, ostentando un largo historial de variedades mejoradas con amplia difusión y uso por parte de los productores argentinos, contabilizando 44 variedades desde los años 60 a la actualidad. El INTA enarbola la tradición de sus materiales en cuanto a calidad, sanidad, rendimiento y adaptabilidad, disponiendo de una extensa colección de variedades y líneas genéticas, que permiten cumplir un doble propósito: brindar beneficios a la producción primaria y a la vez satisfacer los requisitos de la industria textil. Por ello, no es de extrañar que en la década de 1980, según datos del Registro Nacional de Cultivares del INASE, de las 16 variedades inscriptas, 15 habían sido desarrolladas por INTA y solo una era de origen foráneo. En consecuencia, hasta mediados de la década de 1990 casi el 100 % del algodón producido en el país provenía de variedades desarrolladas por INTA, evidenciando lo sustancial del aporte varietal del sector público.

Pero esta situación comienza a modificarse durante la misma década, con el desembarco de empresas extranjeras al sector semillero. Con la llegada de capitales, también ingresan variedades vegetales nuevas, generándose un cambio en el origen de los materiales que conformaban la oferta varietal del cultivo. En estos años se inscribieron trece variedades de algodón: cinco nacionales –cuatro del INTA y una privada–, siete de origen estadounidense y una israelí.

Con estas nuevas variedades las empresas buscaban posicionarse y competir en el mercado de la semilla de algodón, en una etapa de expansión neta del cultivo textil.

Al ingreso del germoplasma también se le sumó la llegada de diversos eventos biotecnológicos desarrollados en el exterior de la mano de empresas multinacionales (en algodón específicamente Monsanto y Bayer). Estos eventos de transformación genética, introgresados dentro de materiales tanto locales como foráneos, permitieron iniciar una etapa de primacía de los algodones genéticamente modificados por sobre los materiales convencionales, amparándose en la mejora del manejo de insectos y de malezas. Paulatinamente, estos eventos de transformación fueron aprobados y liberados por la autoridad competente para su comercialización en Argentina (CONABIA - Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria, perteneciente al Ministerio de Agroindustria). El primero, de resistencia a insectos del orden de los Lepidópteros, se liberó en 1998.

De esta manera, el sector vivía cambios muy profundos mientras la producción nacional de algodón crecía fuertemente, de la mano de los altos precios. En sintonía, fue necesario ampliar la capacidad instalada del parque industrial de primera transformación, a fin de procesar los mayores volúmenes de algodón en bruto. Fue entonces que, acompañando la expansión del cultivo industrial, entre 1990 y 1999 se incorporaron 48 nuevas desmotadoras al parque desmotador, aumentando un 31 % el número de desmotadoras operativas (conformando en total 151), muchas de ellas con modernas tecnologías (Pellegrino, 2010). La capacidad instalada de desmote se concentró en las provincias de Chaco, Santiago del Estero y Santa Fe, sumando en conjunto el 83 % de dicha capacidad, en consonancia con las provincias de mayor producción primaria (Pellegrino, 2011). En general estas se encontraban insertas dentro de la zona de producción, generando puestos laborales directos y agregando valor en origen, por lo que su aporte resultó importante para los territorios.

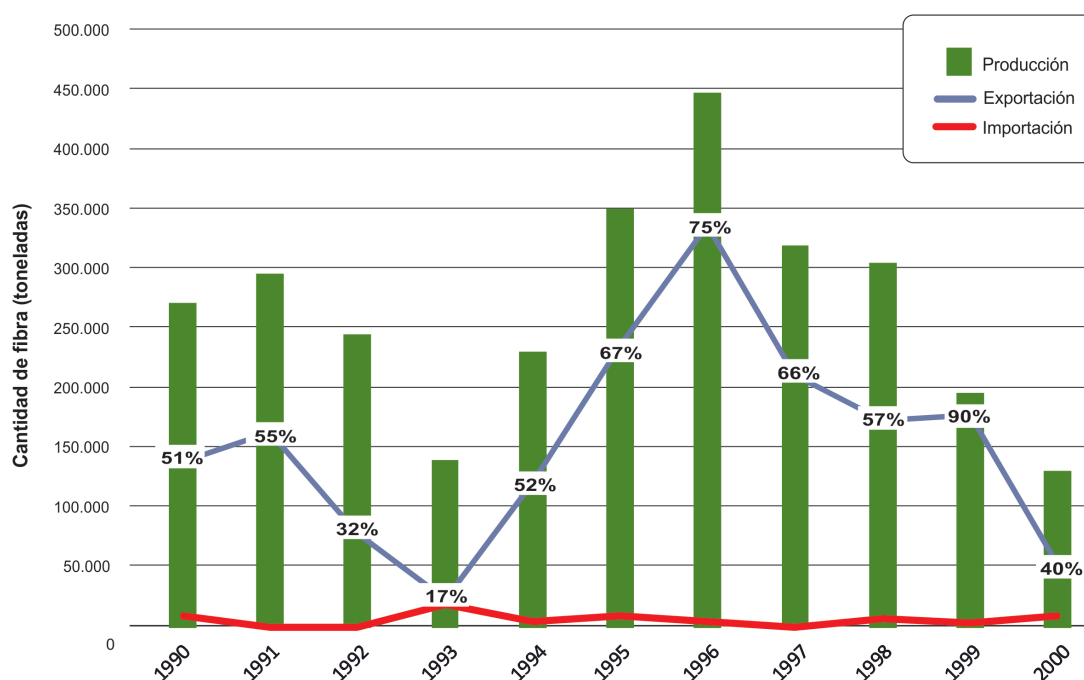
Por lo tanto, durante los inicios de la década de 1990 el sector algodón incorporó nuevas tecnologías, mecanizó fuertemente su cosecha, amplió su infraestructura y produjo volúmenes crecientes de algodón en bruto y de fibra.

Todo este esfuerzo colectivo, apalancado por los precios internacionales, estaba destinado mayoritariamente a la exportación. Como explica Carlino (2001) para esta etapa, y en un contexto de

reprimarización de la economía, el destino del algodón volvió a ser fundamentalmente el mercado externo, como en los albores de la década de 1920. En pocas palabras, el motor del auge productivo era la exportación de fibra de algodón. Si anteriormente el algodón se destinaba en mayor medida a la provisión de la industria nacional, siguiendo una dinámica del consumo local y con la intervención reguladora del Estado, y solo era exportadora de saldos; en esta etapa de expansión del cultivo y de estancamiento de la demanda interna, la exportación de la fibra volvió a cobrar peso específico.

En los noventa, las exportaciones alcanzaron volúmenes significativos. Por ejemplo, en la campaña 1996/1997 se marcó un hito con los embarques de más de 300.000 toneladas de fibra, principalmente hacia Brasil y otros países latinoamericanos, estimándose un valor cercano a los 530 millones de dólares. Los volúmenes exportados eran tan importantes, que para esa campaña Argentina escaló hasta un resonante 6.º puesto como exportador mundial de fibra de algodón. En la misma línea, la Figura 3 permite comprender que en promedio para el periodo 1990-2000 más del 58 % de la producción nacional se destinaba al mercado exterior. En contraposición, durante este periodo de auge productivo, el volumen de fibra importada fue poco significativo, orientándose mayoritariamente hacia aquellas calidades que no se producían en forma local.

Figura 3. Argentina: evolución de la producción, la exportación y la importación de fibra de algodón en toneladas para el periodo 1990-2000.



Fuente: Elaboración propia según datos de la Cámara Algodonera Argentina. Los porcentajes representan lo exportado por sobre lo producido.

No obstante, si ampliamos el análisis a la cadena textil en su conjunto, el balance resulta menos favorable, ya que para el año 1998 Argentina exportaba 224 millones de dólares de fibra de algodón e importaba 110 millones de dólares en hilados y tejidos, evidenciando un grado primario en las exportaciones del rubro textil para esa época. En este sentido, Barsky y Gelman (2009) remarcan que la mitad de las hilanderías de algodón desaparecieron de la Argentina como consecuencia de la fuerte competencia asiática y brasileña en textiles.

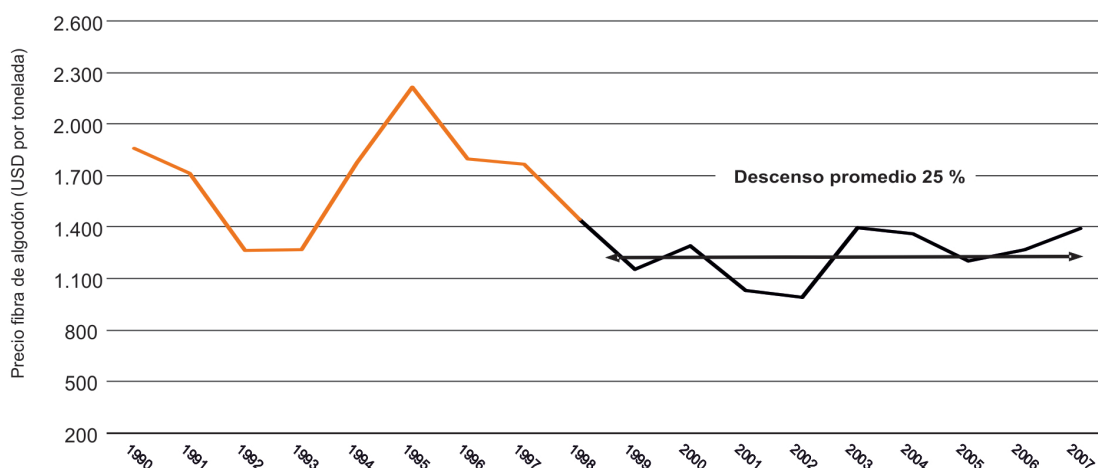
Sin embargo, la crisis económica argentina de fines de la década de 1990 y comienzo de los años 2000 dejó profundas huellas en todo el entramado socioeconómico argentino. La salida de la convertibilidad y la devaluación del peso fueron la válvula de escape de un proceso macroeconómico ya desgastado, donde la descontrolada inyección de crédito internacional llegó a su fin con el *default* de la deuda externa.

El franco retroceso social y económico vivido tras una década de neoliberalismo fue generalizado en toda la geografía nacional, impactando profundamente en la actividad industrial, agropecuaria y de servicios. La apertura de la economía y la desregulación de su funcionamiento, amparado por la ausencia de la regulación estatal, dejó al “mercado” con libertad de acción sobre muchos actores sociales, que se vieron envueltos en procesos de cambio muy fuertes. La industria nacional, ya golpeada en décadas pasadas, terminó por desmoronarse y volcar al desempleo a miles de trabajadores. El salario real bajó, junto con la inversión pública, al igual que decayeron las condiciones de vida de muchos habitantes a lo largo y ancho del país. No debe resultar extraño que en sintonía, las economías regionales no quedaran exentas de este proceso. Fue entonces que en simultaneidad con la crisis nacional, el sector algodonero en su conjunto sufrió una importante crisis particular, que llamaremos “Crisis Algodonera”.

c) La crisis algodonera, de la mano del nuevo siglo

Quizás una de las características intrínsecas de la actividad algodonera sea su variabilidad. En este sentido, luego de transcurrir una veloz expansión, el sector algodonero comenzó a sufrir una profunda crisis, que derivó en una merma considerable en la superficie sembrada con el textil. Este derrumbe en el sector impactó severamente a las provincias algodoneras, variando tradicionales usos de la tierra y modificando su economía. Muchos productores algodoneros, en general pequeños y medianos, quedaron endeudados tanto con la banca pública y privada, como con proveedores de insumos y acopiadores. Otros productores reemplazaron al textil por sucedáneos como la soja, que expandió su presencia en la región algodonera. Ante una menor oferta de algodón, el sector industrial asociado a la primera transformación también absorbió el impacto, con muchos establecimientos industriales cerrados, con la consecuente pérdida de empleos. Además el país debió importar volúmenes crecientes de fibra.

Figura 4. Argentina: precios promedios de la fibra de algodón para los periodos 1990-1998 y 1999-2007.



Fuente: Elaboración propia según datos de Indexmundi.

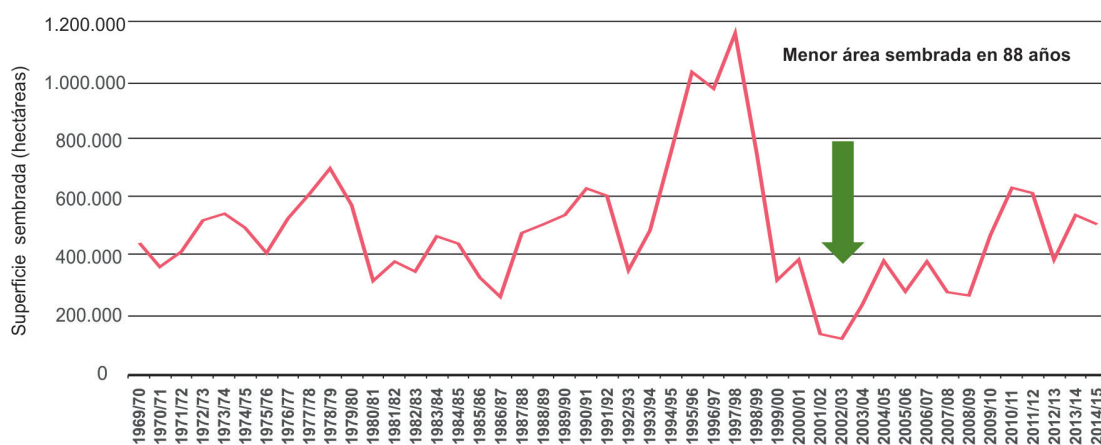
El puntapié inicial de esta crisis lo dio el precio internacional de la fibra de algodón, que sufrió un franco descenso hacia finales de los 90, comprobándose un declive en promedio del 25 %, llegando a un mínimo en la campaña 2001/2002 (Figura 4). Para aquella campaña se registró el precio más bajo de los treinta años precedentes, convirtiéndose en un grave inconveniente para un sector que había orientado una significativa porción de su producción hacia el mercado externo. La sensación negativa comenzó a crecer dentro del sector, evidenciando que los precios óptimos que habían apalancado el boom algodonerero en los años anteriores comenzaban a quedar grabados en la retina de muchos.

Sin embargo, la baja del precio no fue el único inconveniente que debió afrontar el sector, ya que también existió un descenso en la demanda brasileña de fibra, el principal comprador del algodón argentino. El vecino país, que posee una de las industrias textiles más importantes del mundo, no solo devaluó su moneda, sino que en paralelo impulsó medidas restrictivas para sus importaciones y puso en marcha de un plan de autoabastecimiento algodonerero (Valenzuela et al., 2011). Esta nueva realidad repercutió muy negativamente en las exportaciones argentinas, ya que para el periodo 1995-1999 el 49 % de estas habían tenido destino brasileño.

A la caída de la demanda y del precio del *commodity* se sumó un fenómeno climático de envergadura que afectó fuertemente a la región algodonerera. Se trató del evento El Niño, que para 1997 y 1998 produjo importantes excesos hídricos, que derivaron en inundaciones muy significativas, con pérdidas cuantiosas tanto en poblaciones como en cultivos y animales.

Por lo tanto la complejidad de la situación comenzó a incidir directamente sobre la intención de siembra del algodón. Muy pronto, casi un año después del peor precio histórico del textil, el área algodonerera a nivel nacional llegó a un punto de inflexión, representando solamente el 14 % de la sembrada tan solo cinco años antes. Como se visualiza en la Figura 5, para la campaña 2002/2003 los productores argentinos solo destinaron al cultivo 158.209 hectáreas, la menor área sembrada de los últimos 88 años.

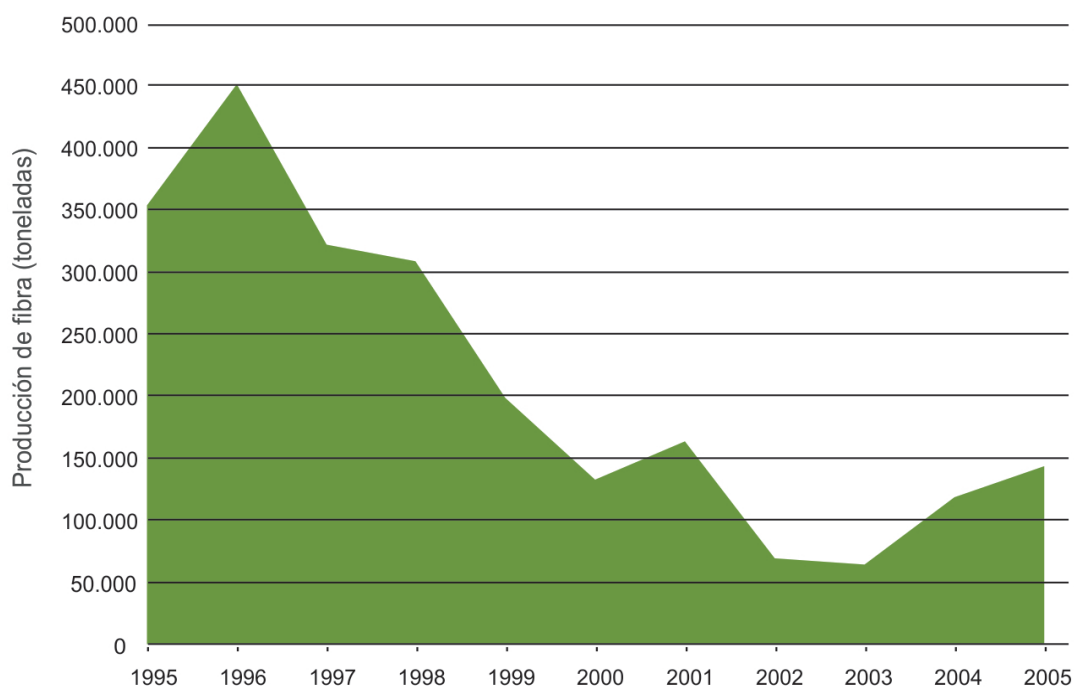
Figura 5. Argentina: evolución de la superficie sembrada para el periodo 1969-2014, en hectáreas.



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA). La flecha indica la campaña 2002/2003, con la mínima superficie sembrada, con 158.209 hectáreas.

En este contexto, la crisis algodonera estaba en su punto más álgido y los efectos no se hicieron esperar. Con el retraimiento del área sembrada, la producción sufrió un retroceso mayúsculo, con un bache de oferta verdaderamente importante. La Figura 6 permite entender esta situación, ubicando la mínima producción en el año 2003, con tan solo 65.000 toneladas de fibra de algodón (201.510 toneladas de algodón en bruto). Si por ejemplo, deseáramos comprender lo sustantivo de la caída y buscásemos la cosecha inmediatamente anterior con una producción más baja de fibra, deberíamos retroceder hasta el año 1946 para encontrarla. Este dato le da contexto a la crisis algodonera.

Figura 6. Argentina: evolución de la producción algodonera para el periodo 1995-2005 en toneladas de fibra.



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA). Valor máximo año 1996 (455.000 toneladas); valor mínimo año 2003 (65.000 toneladas).

La baja en la producción nacional del textil generó un acentuado descenso de la oferta de algodón, que resultaba insuficiente para el consumo local. Este bache productivo implicó que el país se viera obligado a importar fibra a partir de la campaña 2002-2003, con volúmenes significativos hasta por lo menos el año 2010, con embarques básicamente de origen brasileño, paraguayo y estadounidense. Este proceso resultó llamativo, ya que en toda la historia nacional, Argentina nunca se había comportado como un importador significativo de fibra, máxime tratándose de una potencia agroalimentaria como es nuestro país.

A fin de explicitar este proceso, la Tabla 1 a continuación evidencia los desbalances en cuanto a la fibra importada y exportada, marcando el pasaje de un superávit productivo durante el periodo 1990-1999 a un déficit para el periodo 2000-2009. Las exportaciones nacionales, que habían sido motor del boom algodonero y baluarte de los últimos nueve años, se redujeron a niveles mínimos, alcanzando solo las 2.649 toneladas de fibra para el año 2003.

Tabla 1. Proporción de fibra importada sobre el total consumido y balance entre fibra exportada e importada.

Periodo	Proporción fibra Importada / fibra consumida	Balance (Exportaciones-Importaciones)
1990-1999	4,43 %	+ 1.642.041 toneladas
2000-2009	22,58 %	- 49.949 toneladas

Fuente: Elaboración propia según datos de la Cámara Algodonera Argentina.

Obviamente, la menor oferta de algodón en bruto impactó netamente sobre el sector industrial de primera transformación –el sector desmotador– que a causa de la especificidad de su función, depende completamente de los vaivenes del cultivo. Por ello, ante el faltante de algodón para desmotar, un alto porcentaje de la infraestructura asociada al auge algodonnero quedó paralizada o fue desmantelada. Según el relevamiento realizado por el Programa de Asistencia para el Mejoramiento de la Calidad de la Fibra de Algodón (Procalgodón) sobre el parque desmotador argentino, de las 160 plantas desmotadoras instaladas hacia finales de los 90, solo se encontraban operando 72 en el año 2010.

Este retraimiento del sector del desmote generó una importante pérdida de empleo directo en los territorios. A modo de ejemplo, solo en la provincia del Chaco más de 3.000 operarios quedaron fuera del mercado de trabajo, según Valenzuela (2005). También en Chaco, luego de la crisis algodonnera se comprobó un retroceso en la participación del sector cooperativo en el desmote de la producción de algodón provincial. Si para el periodo 1989-1993 el sector cooperativo procesaba el 42 % de la producción, para los años 1994-1998 solo alcanzaba el 22 % (Elena et al., 2000). El restante 78 % lo ocuparon desmotadoras privadas. Por lo cual se podría decir que tras la crisis algodonnera, el sector desmotador en su conjunto resultó perjudicado y tendió a achicarse, a la vez que los volúmenes procesados se concentraban en desmotadoras privadas.

Además, ante lo exiguo de la siembra del cultivo y la imposibilidad de reconversión, el parque de cosechadoras de algodón que en 1998 superaba las 1.000 unidades, quedó parcialmente inactivo. La oleada de importación de cosechadoras fue discontinuada, evidenciando dificultades de adaptabilidad a las realidades socioeconómicas y productivas locales. Hubo muchos casos de re-negociaciones, imposibilidad de pago, retiro de máquinas etc., y por ende muchas de las máquinas fueron reexportadas, como por ejemplo 146 máquinas seminuevas enviadas a Brasil (Pilatti, 2014). En muchos estratos productivos las deudas eran cuantiosas y las posibilidades de repago, exiguas.

El auge pasado del algodón y lo duro de la nueva realidad, comenzaban a dejar marcas muy fuertes en la memoria de muchos sectores, que históricamente habían optado por el textil.

Fue en este contexto de crisis algodonnera, y en paralelo, que comienza a pisar fuerte un cultivo oleaginoso –la soja– que esperaba su oportunidad para ocupar el rol del principal cultivo nacional. La autorización de la soja genéticamente modificada con tolerancia al herbicida glifosato⁷ en 1996, complementada en un paquete tecnológico junto con tecnologías de procesos como la siembra directa y la rotación de cultivos, y la creciente utilización de insumos agropecuarios (fertilizantes, fitosanitarios, inoculantes etc.) aceleró la expansión ya iniciada de la oleaginosa (Anlló, Bisang y Campi, 2013). Lo hizo primeramente en la región pampeana, donde el nuevo paquete tecnológico cobró masividad promovido como salida de una crisis en los precios internacionales de ciertos *commodities*, como el girasol o el maíz. La respuesta fue la rápida adopción de un paquete ahorrador de costos, mejorando o restituyendo la rentabilidad del productor agropecuario (Mario, 2014). Pos-

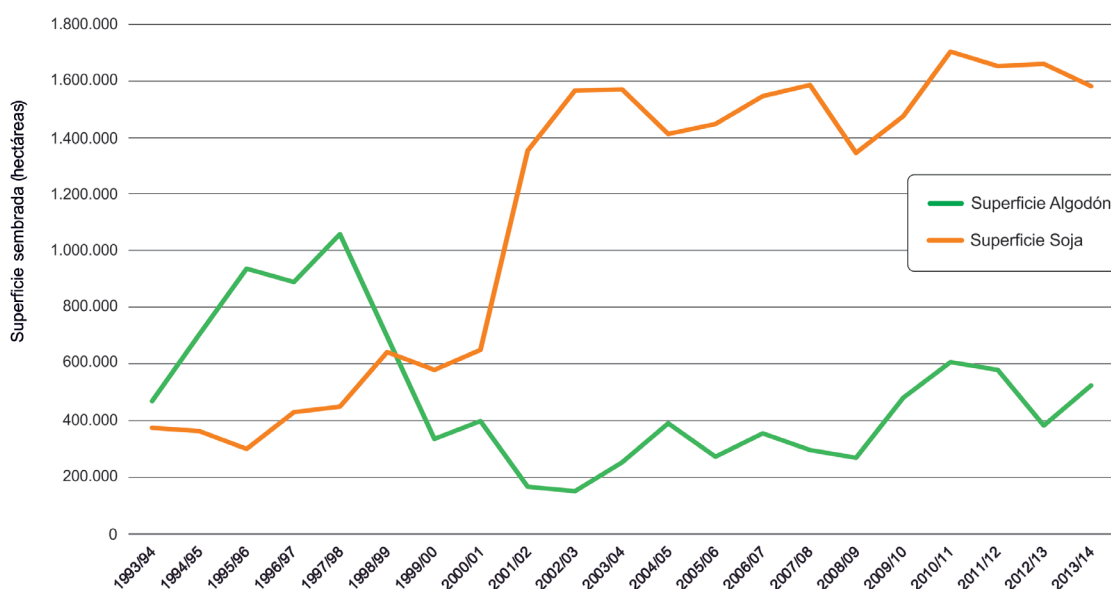
⁷ El glifosato es un herbicida no selectivo y sistémico de acción foliar.

teriormente, la soja hizo pie en otras regiones extrapampeanas donde su cultivo no era tan preponderante, como en el caso que nos atañe.

El proceso de sojización de las provincias históricamente algodonereras se incrementa fuertemente a partir del año 2000, en concordancia con la profundización de la crisis algodонера. Dejando de lado la región pampeana, Chaco y Santiago del Estero fueron las provincias en las que el área cultivada mostró aumentos más notorios. Este incremento en el área destinada a la soja ocurrió, al menos en parte, en simultáneo con la disminución de la superficie sembrada con algodón, siendo ambas producciones sustitutivas en cuanto al uso de la tierra⁸. Casi inmediatamente se produjo un aumento en los volúmenes de producción del grano y una reducción en la producción de algodón, que afectó fuertemente la oferta local del textil.

La Figura 7 permite comprender la dinámica de las áreas sembradas de los dos cultivos en cuestión para las provincias (y departamentos) de tradición algodонера. El punto de cruce entre las curvas se comprueba en el año 1999, cuando la superficie de la leguminosa superó a la algodонера hasta la actualidad.

Figura 7. Evolución del área sembrada con algodón y soja en las provincias de Chaco, Santiago del Estero, Santa Fe y Formosa para el periodo 1993-2014.



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA).

Lo interesante es que luego de la crisis tan acentuada, algo cambió en la génesis del sector productor de algodón en Argentina. Si el retraimiento del área sembrada apalancado por un bajo precio era una realidad, sería de esperar que ante la mejora en los precios del textil, el área sembrada volviese a crecer. Pero en los hechos no hubo un correlato, sino más bien un cambio en el comportamiento de algunos productores algodonereros.

⁸ Cabe aclarar que la expansión sojera no solo se dio sobre el área agrícola (alгодonera en este caso), sino que avanzó también sobre tierras ganaderas o incluso sobre bosques.

Delssin (2005) es quien aporta claridad sobre esta situación, argumentando que muy probablemente se haya desarrollado un cambio de paradigma de la oferta de algodón en Argentina, estableciéndose uno nuevo. Este cambio se evidenció durante el año 2003, cuando el precio en el mercado internacional del algodón mejoraba y se acercaba a 1.760 USD por tonelada. Llamativamente este aumento en los precios no se tradujo en un incremento del área sembrada con algodón, como lo indicaría la relación histórica precio/área sembrada –ya que solamente se destinaron 264.000 hectáreas– aunque hubo diferencias intrínsecas según el estrato productivo.

En general, se podría decir que los productores minifundistas y pequeños –es decir, el 85,6 % del total de productores, pero que aportan el 25,3 % del algodón producido– continuaron con la lógica histórica de respuesta ante señales de precio, sembrando el cultivo. Muchas veces, en el caso de este tipo de productores, la decisión de siembra también está atravesada por motivaciones de tipo cultural y sentimental. En muchos casos, su identidad está indisolublemente relacionada con la producción algodonera y al modo de vida que esta implica, por lo que algunas fuentes hablan de “productores algodoneros cautivos”. La diferencia de comportamiento estuvo más bien en los estratos de medianos y grandes productores⁹, que son solo el 14,4 % del total de productores, pero que aportan un muy significativo 74,4 % de la producción de algodón. Podría decirse que este segmento, que disponía de la capacidad económica para gestionar grandes superficies bajo cultivo, modificó su comportamiento histórico, dejando de tomar al precio de la fibra como el decisor más relevante para la siembra del cultivo, abandonando el cultivo del textil para volcarse a la soja.

Buscando explicaciones sobre este cambio en el comportamiento dentro del nuevo paradigma surge el concepto de asimetría tecnológica entre soja y algodón. Esta asimetría se entiende como la brecha tecnológica existente entre dos actividades productivas mutuamente excluyentes en el espacio y en el tiempo, que establece una ventaja competitiva en favor de una actividad y en perjuicio de la otra. En este caso, la favorecida fue la soja en detrimento del algodón, como bien se verifica en la Figura 7.

A grosso modo, la mayor flexibilidad en el manejo del cultivo de soja, como en su logística de cosecha y comercialización del grano, convergió en una gestión productiva más simple. Esta gestión más sencilla y la mayor tolerancia ante errores que permite la producción sojera requerían menor atención y dedicación del productor. Por ende, no resultaría extraño decir que la facilidad de trabajo era un concepto significativo en cuanto a la toma de decisiones.

Máxime si comparamos: la soja se posicionaba como un cultivo que demandaba menor cantidad de recursos monetarios por hectárea, debido a menores erogaciones para la siembra, el manejo del cultivo y la cosecha (Rofman et al., 2009). La producción de la leguminosa permitía ahorrar costos y ante niveles adecuados de precios brindaba una mejor rentabilidad relativa, es decir, mayor relación entre los pesos (\$) obtenidos sobre los pesos (\$) invertidos¹⁰, aunque menores márgenes brutos por actividad (Rodríguez, 2010). Ampliando este último ítem, la cuestión se complejiza. Por ejemplo para la campaña 2003-2004, a pesar de los mayores gastos de implantación del algodón, con un nivel adecuado de rendimiento y precio, los márgenes brutos por hectárea (MB/ha) eran mayores para el algodón que para la soja. Pero esta variable no se correlacionaba con la decisión de siembra del textil, evidenciando que los MB/ha no eran la herramienta más evaluada para decidir sembrar o no algodón.

En síntesis, tras la crisis algodonera, un grupo no menor de productores que aportaban mucha

⁹ Delssin (2005) diferencia a los productores grandes integrados verticalmente, es decir, que producen y desmotan algodón. Este tipo de productor continuó sembrando el textil.

producción a la balanza algodonera había modificado su comportamiento ante un nuevo paradigma. La asimetría tecnológica era un factor fundamental para explicar porqué la lógica asociada a la toma de decisiones no se basaba preponderantemente en el criterio de maximización de beneficios por unidad de superficie, sino de aquellos que se relacionaban con la facilidad de gestión productiva. De esta forma, la ventaja competitiva desde el punto de vista tecnológico les facilitó enormemente el trabajo a muchos productores medianos y grandes, requiriéndoles menos dedicación de capital y de tiempo. Este proceso aceleró la sojización de las regiones tradicionalmente algodoneras, que ya estaban agitadas por la crisis algodonera, poniendo en serias dudas la supervivencia del algodón en la Argentina.

En este sentido, también es importante destacar que si bien la soja es un *commodity* que posee su cadena de valor, el agregado de este se realiza en las cercanías de los puertos (por ejemplo en Rosario, Santa Fe), desde donde luego es exportada (sea como poroto, aceite o harina). Por lo tanto, como explica García (2007), ante el avance del cultivo de soja, si bien aumenta la producción granaria a nivel local, se produce una desarticulación de las cadenas de valor agregado en el territorio. Esto impacta en el complejo agroindustrial asociado al algodón (desmote, hilanderías, tejedurías etc.), que pierde presencia derramando comparativamente mucho menos en la región, tanto en empleo como en recursos.

Por lo tanto, la caída de los precios internacionales, el incremento de la volatilidad de los mercados, el posicionamiento tecnológico favorable de cultivos competidores como la soja, junto con las contingencias climáticas adversas, provocaron la desaceleración y retroceso del sector algodonero en el país. Ante esta realidad “estaba en juego la supervivencia del algodón en Argentina”¹¹.

¹⁰ Rentabilidad podría definirse como la relación existente entre los beneficios que proporciona una determinada producción y la inversión necesaria para desarrollar esa actividad. En general se expresa porcentualmente.

¹¹ E. Delssin, comunicación personal. 28 de abril de 2015.

a) Repensando el cultivo de algodón en Argentina

El retraimiento de la producción nacional de algodón generó importantes transformaciones en las economías de las provincias algodoneras, implicando cambios sustanciales tanto en productores como en la industria desmotadora y sus trabajadores. La supervivencia del cultivo, el abastecimiento del mercado interno y el sostén de muchos actores estaba en riesgo. Como respuesta ante esta crisis –desde Santiago del Estero– el INTA y otros actores comenzaron a repensar el manejo del cultivo, orientando la búsqueda hacia una conducción más eficiente que recompusiera la competitividad del sector: el sistema de siembra en surcos estrechos.

A comienzos del 2000 se presentaban una serie de características que hacían poco atractiva la producción algodonera. Los esquemas de producción difundidos estaban muy condicionados por los factores económicos adversos, como los bajos precios del algodón y los altos costos de producción. Los rendimientos del cultivo eran inestables y estaban muy alejados de los rendimientos potenciales. Además existía un creciente deterioro del recurso suelo y aún las prácticas conservacionistas del suelo –como la siembra directa– no habían sido adoptadas mayoritariamente. El franco retroceso de la superficie destinada al algodón, con el consecuente descenso en la oferta del textil y todas sus implicancias anteriormente descritas, originaron la necesidad de inyectarle competitividad a la producción algodonera, buscando un camino de recuperación y crecimiento. En esa búsqueda, algunos profesionales del INTA empezaron a repensar las estrategias productivas tradicionales del cultivo. Parte de esta respuesta comenzó a gestarse en la calurosa provincia de Santiago de Estero.

Dentro de la región algodonera el INTA cuenta con ocho Estaciones Experimentales Agropecuarias (EEA). En ellas, a la par que investiga y desarrolla tecnologías para numerosas producciones agropecuarias, trabaja fuertemente con el cultivo textil por su importancia territorial. Desde diversos enfoques, la institución y sus técnicos tienen un largo historial de desarrollo de variedades mejoradas de algodón, de investigación en fisiología vegetal y calidad de fibra, en el manejo de las adversidades fitosanitarias del cultivo, en planteos productivos, en desarrollo de maquinaria, en suelos, en sociología y en economía agraria etc. Complementando su labor investigativa, el organismo vuelca sus conocimientos mediante una extensa red de Agencias de Extensión Rural (AER) y extensionistas, y transfiere sus desarrollos tecnológicos mediante convenios de vinculación tecnológica con diversas organizaciones como empresas y cooperativas, además de cooperar científicamente con universidades y otras instituciones educativas en el territorio.

Fue dentro de este tramado institucional que los ingenieros agrónomos Oscar Peterlin y Mario Mondino, de la EEA Santiago del Estero, comenzaron a experimentar con el planteo productivo del algodón. Incluso antes de acaecida la crisis algodonera, iniciaron una línea de trabajo tendiente a reconfigurar la distribución espacial de las plantas.

La distribución espacial se entiende como el ordenamiento en que las plantas se disponen en el terreno. También puede expresarse como el producto entre el distanciamiento entre líneas de cultivo

y la densidad de plantas en el surco (Figura 8). Sin embargo, lo importante de esta distribución es que según como se ubiquen las plantas en el campo, el cultivo puede variar su crecimiento y rendimiento. Por lo tanto, la idea original fue modificar esta variable para que el cultivo exprese mejoras productivas y puedan obtenerse mayores producciones de capullos de algodón.

Figura 8. Componentes de la distribución espacial de plantas.



Hasta principios del siglo XXI, en Argentina como en la mayoría de las regiones algodonereras del mundo, el algodón se manejaba como un cultivo de escarda que requería siembras, carpidas, tratamientos y cosecha todo por surcos o hileras, en general con distancias mayores a los 70 centímetros. Este sistema, comúnmente denominado convencional, fue primeramente determinado por el uso de implementos de laboreo a tracción animal y a la cosecha manual. “Hace 50 años el distanciamiento entre hileras era de un metro, un metro diez, y estaba dado por el uso de las herramientas de ese entonces, en general tiradas por caballos. Entonces los aperos podían trabajar en entresurco sin problemas”¹², al igual que los braceros o cosecheros. También en este tipo de planteos era habitual la siembra con baja densidad de semilla por hectárea, lográndose plantas de gran porte y abiertas, con ciclos largos de cultivo con sucesivas apariciones de flores y frutos, que permitían dos y más cosechas en el mismo lote. Posteriormente, con la mecanización de la cosecha, el sistema de siembra continuó respetando estos patrones.

Lo que los investigadores del INTA se propusieron fue encontrar una forma diferente de distribuir las plantas sobre el terreno, buscando el logro de ventajas productivas y económicas que ayudaran a recomponer la situación del cultivo. Para ello intentaron achicar la distancia entre las hileras de algodón, en lo que comúnmente se denominaba “surcos estrechos”. Si bien existían muchas experiencias y publicaciones anteriores relacionadas con el acercamiento entre líneas de algodón (a nivel experimental, tanto en el país como en el exterior), estas no habían terminado de ajustarse ni habían sido utilizadas. Se podría decir que esta práctica tenía potencialidad teórica, pero aún no había sido abordada con éxitos. Entonces, los ingenieros agrónomos comenzaron a trabajar en búsqueda de esa potencialidad, amparándose en una lectura crítica de los esquemas de producción preponderantes.

El sistema de siembra en surcos estrechos planteaba una modificación en las variables que definen la distribución espacial de plantas, básicamente acortando las distancias entre las hileras de algodón y aumentando la densidad de siembra. Si tradicionalmente el cultivo se manejaba con siembras en surcos espaciados desde 0,70 a 1 metro, este sistema determinaba distancias menores

¹² J. Fariña Núñez, comunicación personal. 29 de abril de 2015.

entre las líneas, acercándolas a 50 centímetros, o menos aún. Por lo tanto, si se modificaba uno de los componentes de la distribución espacial, era necesario encontrar el óptimo del otro: la densidad de siembra. Para ello, los técnicos realizaron muchos ensayos comparativos buscando relaciones adecuadas entre ambas variables, sin perder de vista que el algodónero es una planta de gran plasticidad que tiene la capacidad de compensar las variaciones en el número de plantas por unidad de superficie. Sin embargo, una vez realizados los ensayos y evaluados los parámetros, surgieron resultados muy interesantes. La modificación en la distribución espacial de plantas permitía un comportamiento mejor del cultivo y el logro de ganancias en rendimiento, como se aprecia en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores de rendimiento de algodón para diferentes distanciamientos y densidades crecientes por hectárea.

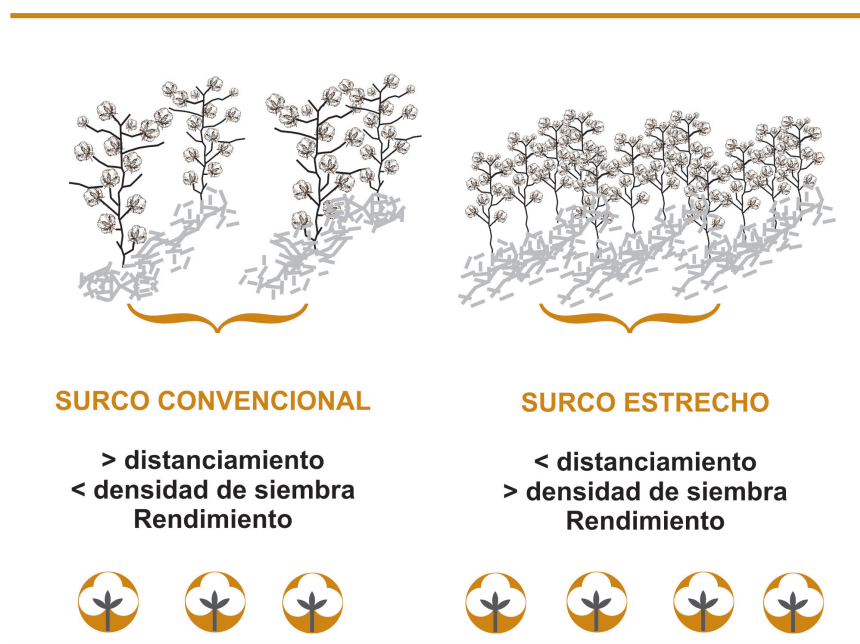
Distancia surcos	Densidad (pl ha ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	% Aumento
1,00 m	140000	3738,4 a*	0,0
0,75 m	160000	4308,5 b	15,2
0,52 m	210000	4468,8 bc	19,5
0,38 m	230000	4646,3 c	24,3
0,26 m	250000	5325,0 d	42,4

Fuente: Extraído de Mondino et al., (2013).

Los aumentos de rendimiento fueron muy significativos, con incrementos de entre el 15 % y el 42 % entre tratamientos. Por lo tanto, y según estos ensayos, la densidad de siembra recomendada para la producción de algodón en surcos estrechos resultó incrementada sustancialmente, definiéndose poblaciones altas por unidad de superficie.

Si tradicionalmente en el planteo convencional se sembraban entre 80.000 y 120.000 plantas por hectáreas, la nueva estrategia de cultivo casi duplicó esos valores, definiéndose para la siembra entre 200.000 y 250.000 plantas por hectárea¹³.

Figura 9. Comparación entre sistemas de siembra



¹³ De 10 a 12 plantas por metro lineal de surco.

Sin embargo, estos avances requirieron esfuerzo, capacidad y mucha dedicación por parte de los técnicos del INTA, ya que con el objeto de evaluar y ajustar el sistema de siembra se realizaron ensayos en diferentes zonas algodoneras. Por ejemplo, se implantaron ensayos comparativos en Santiago del Estero y en el norte santafecino. En estos ensayos fue necesaria la participación de muchos actores, tanto participantes de la institución y de otras organizaciones como de productores algodoneros. En general este tipo de ensayos engloban muchas campañas agrícolas, a fin de poder “limpiar” los resultados de posibles interacciones anuales, por lo que este tipo de actividad de investigación requiere de asignación de recursos, tanto monetarios como humanos, mantenidos en el tiempo. A pesar de que económicamente el país estaba transcurriendo la crisis más importante de toda su historia (la crisis argentina de 2001) y el INTA no disponía de recursos presupuestarios en absoluto, la actividad fue llevada adelante con éxito gracias al empeño de los técnicos más el apoyo de directivos y productores.

Por lo tanto la potencialidad teórica del sistema comenzaba a plasmarse en logros visibles. Sin embargo, aún restaba mucho camino por recorrer para que el sistema sea considerado como un aporte sustancial al sector productor. Una de las variables para tener en cuenta era el crecimiento de la planta de algodón.

El algodón, caracterizado por su ancestro perenne y xerofítico, pero cultivado como anual, expresa un hábito de crecimiento indeterminado que provoca la superposición de las etapas vegetativas con las reproductivas a partir de la aparición del primer pimpollo (Paytas, 2012). Esta superposición implica competencia por asimilados entre los órganos vegetativos (raíz, tallo y hojas) y los órganos reproductivos (botones florales, flores y frutos).

Para producir algodón se debe propiciar una adecuada estructura de hojas que permita abastecer con fotoasimilados a los destinos deseables (frutos), pero se debe tener controlado el crecimiento vegetativo excesivo. Entonces, como explican Mondino et al. (2011), impidiendo este exceso vegetativo, evitamos que el potencial de rendimiento del cultivo sea afectado, mejorando la partición de fotoasimilados hacia la producción fructífera, es decir, direccionando eficientemente los recursos vegetales hacia la producción de fibra de algodón (que en última instancia es el producto para comercializar). Para ello la regulación del crecimiento mediante el uso de diversos reguladores se constituyó como una herramienta eficaz y necesaria para planteos de surcos estrechos con altas densidades poblacionales, por lo que fue necesario ampliar el conocimiento sobre el uso de estos productos.

De las investigaciones realizadas sobre este tema, se concluyó que para surcos estrechos sería necesario realizar monitoreos a campo dos veces por semana a fin de efectuar la determinación de la relación altura/nudo. Basándose en estas mediciones, se recomendaría aplicar reguladores de crecimiento cuando el largo promedio de los entrenudos del tallo principal alcance los cuatro centímetros¹⁴. Siguiendo esta recomendación de monitoreo y aplicación, se lograrían plantas de algodón más compactas, más chicas y más bajas en altura. (Fariña Núñez y Lorenzini, 2003).

¹⁴ También el sistema requiere de la aplicación de otros productos como los defoliantes y desecantes. Para lograr una cosecha limpia con reducida cantidad de hojas verdes y secas, con la mayor parte de los capullos abiertos y con buena calidad de fibra, resulta importante aplicar estos productos en el último tramo del cultivo. En general, la recomendación técnica es hacerlo cuando el 60 % de las cápsulas se han abierto y no antes, ya que podrían redundar en pérdidas de rinde (Paytas, 2013). Los defoliantes actúan sobre las hojas maduras y senescentes, permitiendo la caída acelerada de ellas y propiciando la apertura de las cápsulas cerradas. En cambio los desecantes actúan a nivel de los rebrotes de las yemas de la planta, evitando un segundo ciclo de floración en caso de atrasos en la cosecha. Finalmente, la cosecha mecánica debería iniciarse cuando el 80 % de los frutos estén maduros. Estos manejos son necesarios para una cosecha mecánica eficiente y para la mejora del grado comercial del algodón recolectado (Mondino et al., 2013).

Por lo tanto, existían diferencias entre las plantas cultivadas bajo el sistema convencional y la de surcos estrechos. Bajo este nuevo esquema productivo, las plantas resultaban más bajas (65 a 70 centímetros) y con un solo tallo principal, su ciclo de producción (siembra-cosecha) se reducía de 180 días a 120-150 días, aumentando significativamente la precocidad de cosecha. (Delssin, 2011). Además el momento de cosecha resultaba concentrado en un periodo de entre 2 y 2 ½ semanas. De esta forma se propiciaba la maduración pareja y concentrada sobre las primeras posiciones de la planta a la vez que eran logradas plantas de estructura de tipo columnar, sin ramas vegetativas y con ramas fructíferas más cortas. Esto permitía una adaptación exitosa para el sistema de cosecha mecanizada del tipo *stripper*, posibilitando la cosecha en una sola pasada (Mondino et al., 2013). Estas características serían la piedra fundamental desde donde la cosecha mecánica se estructuraría como una gran ventaja para el sistema de siembra.

A partir de lo anteriormente descrito, se puede afirmar que acortando la distancia entre hileras y trabajando con densidades mayores, realizando los manejos agronómicos requeridos y con la adecuada elección de genética varietal, el cultivo tenía la capacidad de aprovechar más oportunamente los recursos disponibles. Específicamente, la mejor distribución espacial del algodón en surcos estrechos y la más rápida cobertura del suelo permitían ganar en eficiencias.

Primero, aumentaba la eficiencia de intercepción de la radiación, logrando una plena coincidencia entre la mayor radicación incidente y el momento de máxima producción fotosintética del vegetal (Mondino et al., 2008). Entonces, teniendo en cuenta que la radiación solar que recibe el cultivo del algodón en sus etapas fenológicas, especialmente antes de floración, es de radical importancia, el desarrollo temprano del canopy incrementaba la oferta de fotoasimilados para mantener un mayor número de cápsulas por planta (Paytas et al., 2011). Por lo tanto, si la disponibilidad de asimilados es adecuada para mantener esos destinos, esas cápsulas serán fijadas y redundarán en mayores volúmenes producidos, ya que el principal componente de rendimiento son las cápsulas o bochas por unidad de superficie^{15 16}.

Segundo, el cultivo era más eficiente en la utilización del recurso agua y suelo. En el sistema de surcos estrechos, el entresurco se cerraba tempranamente, permitiendo una mejor competencia con las malezas y reduciendo sustancialmente las pérdidas de agua por evaporación directa del suelo, dejando más agua útil disponible para el cultivo. Y a la vez, las raíces aprovechaban mejor el perfil y podían explorar mayores volúmenes de suelo.

En resumen, el uso más adecuado de los recursos posibilitaba al cultivo expresar mejor su potencialidad y obtener más algodón en igual superficie. Las ganancias en rendimiento, de entre un 20 % y un 30 %¹⁷, fueron corroboradas explícitamente en varias pruebas a campo, como en las llevadas a cabo en la EEA Reconquista y en lotes de productores (como el Grupo la Paloma, de Chaco, que manejaban importantes superficies).

Por lo tanto, las potencialidades teóricas del sistema comenzaron a hacerse visibles, tangibles, y a rodearse de resultados. Para los años 2001 y 2002 ya se habían logrado los primeros resultados positivos, dando puntapié inicial a un proceso donde los adoptantes del sistema serían cada vez más. Entonces el INTA, haciendo uso de una de sus más potentes herramientas (la extensión), comenzó a difundir el sistema de siembra, realizando más de 300 charlas, seminarios, siembras en

¹⁵ J. Fariña Núñez, comunicación personal. 29 de abril de 2015.

¹⁶ El mayor número de plantas genera mayor número de bochas por superficie, aunque más chicas. Pero este achicamiento en el peso individual no impacta significativamente en el rinde, ya que el principal componente que explica el rendimiento es el número de bochas por unidad de superficie.

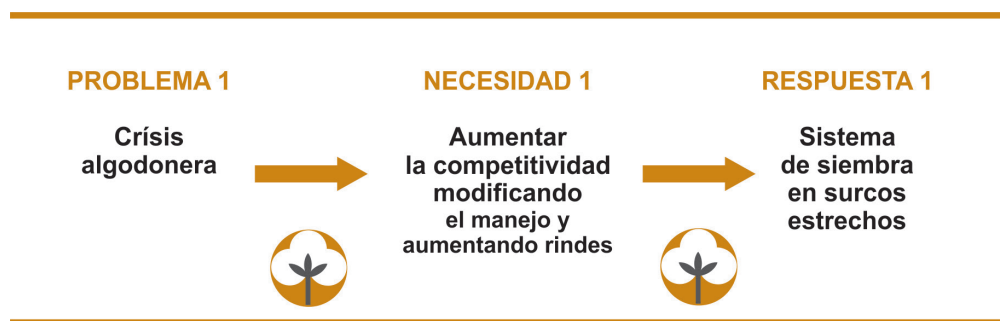
¹⁷ E. Delssin, comunicación personal. 28 de abril de 2015.

parcelas experimentales y lotes agrícolas, siempre interactuando con los productores, acercándoles las ventajas inherentes a la nueva estrategia de cultivo. Sin embargo, este nuevo paso requería un cambio de perspectiva, una modificación en la visión con respecto al cultivo, una reforma (a veces compleja) en lo que “se sabe hacer” y “se hace” por años. Por lo tanto, la tarea era ardua, pero había mucho por ganar.

Incluso a pesar de ciertas resistencias iniciales, de a poco desde tierras santiagueñas, el INTA junto con productores agrícolas y técnicos del ámbito público-privado promovieron un sistema de siembra que cambiaría profundamente la forma en que se cultivaría el algodón en la Argentina.

Sin embargo, para que fuese masivamente adoptado y reconfigurara la realidad productiva de la actividad se requirieron innovaciones importantes en los sistemas de cosecha mecanizada, ya que el uso de maquinaria específica era necesario para la recolección de la producción. Aquí el INTA volvió a tener participación muy significativa, como se describirá en las próximas páginas.

Figura 10. Secuencia de respuesta institucional



b) Y ahora ¿cómo cosechamos?

El sistema de surcos estrechos demostró ser superador, cambiando el paradigma en cuanto a la forma de conducir el cultivo, logrando mejoras en los rendimientos y marcando un camino posible para la recuperación de la competitividad del textil. Pero existía un problema asociado: este sistema de siembra a altas densidades requería cosecharse con maquinarias del tipo arrancador (stripper), y en el mercado local no existía oferta tecnológica para suplirlo, máxime para productores de pequeña y mediana escala. Además, la mayor parte de la maquinaria disponible recolectaba el algodón con el sistema del tipo arrollador (picker), que era un sistema incompatible con surcos estrechos.

La cuestión estaba planteada. Las nuevas estrategias de producción de algodón en Argentina, de la mano del sistema de siembra en surcos estrechos, permitían imaginar un escenario de recuperación y crecimiento para el sector. Pero existía una limitante para que el sistema sea difundido y adoptado mayoritariamente por los productores algodoneros.

Esta limitante residía en la necesidad de cosechar el algodón en surcos estrechos de manera totalmente mecanizada, aunque no de la forma tradicional, sino de otra. La casi totalidad del parque cosechador era inoperante para este sistema innovador de siembra, generando una barrera difícil de superar ya que no era posible cosechar con los equipos tradicionales surco por surco o de sistema picker. Entonces, para poder avanzar era necesario implementar la cosecha mecánica con el sistema *stripper*, que si bien no era un sistema nuevo, tampoco era utilizado en Argentina ni en demasiados países.

Como se describe en páginas anteriores, la cosecha del algodón fue tradicionalmente manual. Hacia principios de los años 90, con el ingreso de maquinaria importada, la mecanización de la

cosecha comienza a ser preponderante. Estas cosechadoras eran autopropulsadas, de alta complejidad mecánica, con importantes costos de adquisición y de mantenimiento, pero ofrecían una gran capacidad de trabajo. Junto con su ingreso, también se difundió su sistema de cosecha. Este sistema para la recolección de los capullos fue el sistema picker o “pizcador”, basado en el concepto de “arrollar” la fibra de las cápsulas.

Para cosechar, estas máquinas con sistema picker cuentan con cuerpos de cosecha integrados. Cuando la cosechadora avanza, cada cuerpo de cosecha acapara una sola hilera de cultivo, como se aprecia en la Figura 11. A medida que cada cuerpo de cosecha trabaja sobre una hilera de plantas, las hace pasar por un par de tambores giratorios que rotan sobre sus ejes verticales. Dentro de los tambores están dispuestos los husillos, los cuales arrollan la fibra de las cápsulas, cosechando el capullo de algodón con muy pocas impurezas.

Figura 11. Cosechadora con sistema picker. A la izquierda, se aprecia una máquina cosechadora de ocho cuerpos con la capacidad de cosechar ocho surcos en simultáneo. A la derecha se visualiza cómo los cuerpos de cosecha trabajan surco a surco.



No obstante, estas cosechadoras con sistema picker tenían una especificidad: la distancia entre los cuerpos de cosecha era fija¹⁸. Por lo tanto, la distancia entre las hileras con que se sembraba el cultivo debía coincidir con la distancia entre los cuerpos cosechadores de la máquina, caso contrario esta no podría cosechar el algodón. Esta razón hacía que el sistema picker necesitara obligatoriamente del sistema tradicional de siembra por surcos convencionales (a 0,70 - 1 metro).

El inconveniente mayúsculo radicaba en que con maquinaria picker no era posible cosechar algodones de surcos estrechos, sembrados a 50 centímetros o a menores distancias. El algodón en surcos estrechos parecía ser una solución para la realidad algodонера del país, pero requería de una maquinaria y un sistema de recolección capaz de cosecharlo. Entonces, el INTA debía innovar para acoplar la nueva estrategia de siembra a una cosechadora con un sistema de cosecha adecuado, que permitiera levantar la producción del campo de manera eficiente y económica.

¹⁸ Aunque lo normal es encontrar cosechadoras con distancia entre cuerpos fija, actualmente existen equipos que permiten regular la distancia entre cuerpos, de este modo se puede cosechar algodón en surcos estrechos con sistema picker (Ingarano y Tarrago, 2012).

La solución era el sistema *stripper* o “arrancador”. Este sistema era necesario para cosechar algodones en surcos estrechos y con alta densidad de plantas, ya que no hacía distinción de surcos o hileras. Es decir, a diferencia de las máquinas pickers –que requieren avanzar siguiendo la línea de siembra– las máquinas *strippers* lo podían hacer en cualquier dirección (por ejemplo oblicuamente o perpendicularmente a las líneas). Es más, lo recomendable es que la dirección de avance sea oblicua a la dirección de los surcos (Figura 12). De esta forma, el sistema opera sin requerir distinción de hileras, más bien como si se tratara de un cultivo compacto y similar a como trabajan las plataformas cerealeras. En consecuencia, este sistema se adecuaba favorablemente a las necesidades del algodón cultivado en surcos estrechos.

Figura 12. Cosechadora Javiyú con sistema *stripper*. A la izquierda se observa el cabezal de cosecha avanzando oblicuamente a la dirección de los surcos. A la derecha se visualiza la Javiyú cosechando un lote de algodón sembrado a surco estrecho.



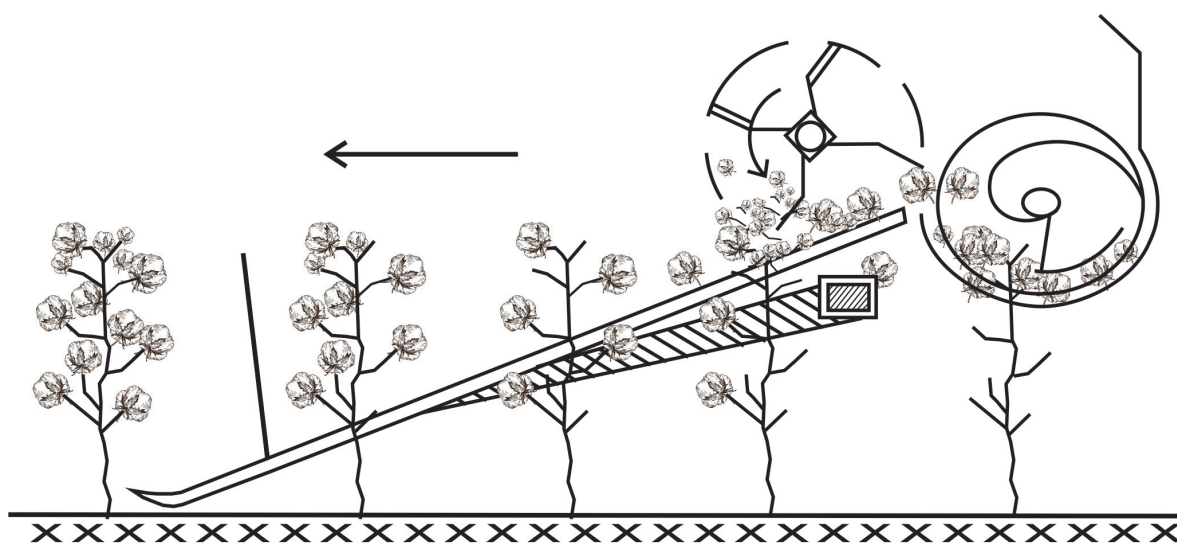
Técnicamente, el sistema de recolección *stripper* actúa bajo el principio de “arrancar” la cápsula con la fibra de algodón. Mediante una plataforma regulable en altura constituida por puntones, estos van “peinando” a las plantas que pasan entre las ranuras, permitiendo el arrancado o despojado de las cápsulas (Pilatti, 2014).

Este tipo de sistema extrae los capullos completos, con los carpelos y demás componentes del fruto seco, así como con otros cuerpos sólidos que se desprenden durante el proceso. Por ello, este sistema debe complementarse con medios de limpieza, para liberar el algodón del grueso de las impurezas, ya que el sistema *stripper* cosecha con mayor contenido de impurezas (Ingaramo y Tarrago, 2012). La forma de limpieza es semejante al que utilizan las desmotadoras, con cilindros dotados de sectores dentados metálicos y cepillos de fibra plásticas, ambos rotatorios. Su inclusión es fundamental ya que algodones cosechados sin limpiador llevarían 14 % más de residuos totales (perillas, bochas verdes, ramas secas, hojas, restos de malezas etc.) que el algodón procesado (Dyke, 2007).

A modo de resumen, la Figura 14 a continuación permite establecer un relacionamiento directo: la máquina y el sistema de cosecha del que se dispone incide en la forma en que deberá sembrarse el cultivo. “La cosecha empieza con la siembra” .

Siguiendo con el caso de estudio, de la mano de las primeras experiencias exitosas, algunos productores grandes empezaron a adoptar el sistema de siembra en surcos estrechos. Sin embargo, ¿cómo lo pudieron hacer? Básicamente gracias a que ciertas empresas privadas respondieron a

Figura 13. Diagrama del sistema de cosecha de la Javiyú.



Fuente: Extraído de la patente argentina de la Cosechadora Javiyú (AR05463).

Figura 14. Diagrama de relacionamiento entre sistema de cosecha y sistema de siembra.

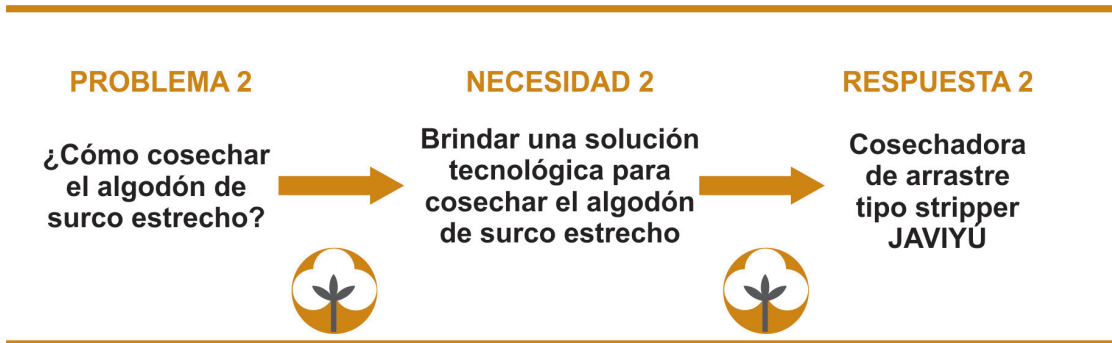


esta demanda, brindando el servicio de conversión: a las máquinas autopropulsadas picker le incorporaron plataformas de puntones, reemplazando el sistema de cuerpos cosechadores de tambores y husillos por el sistema *stripper*, y en algunos casos además le adicionaron sistemas de prelimpieza de algodón. Por ende, la adopción del sistema de producción de algodón en surcos estrechos por parte de productores grandes, tecnificados y con la capacidad económica de hacerlo fue relativamente fácil y a gran velocidad, lo que provocó que en pocos años fuesen sembradas extensas superficies, como explican Ingaramo y Tarrago (2012).

Pero esta respuesta del sector privado no otorgaba soluciones a amplios sectores productivos, ya que solamente abarcaba al universo de maquinaria autopropulsadas (y como se vio anteriormente, eran máquinas muy costosas, de grandes dimensiones y generalmente solo accesibles para productores grandes). La adopción en los productores pequeños y medianos fue mucho más lenta, debido principalmente a que se encontraban con la limitante de conseguir máquinas cosechadoras

del tipo *stripper*. Esta necesidad tecnológica impulsó a que diversos técnicos, directivos y gestores del INTA comenzaran a proyectar un desarrollo que cambiaría diametralmente la realidad algodoneira del país.

Figura 15. Secuencia de respuesta institucional

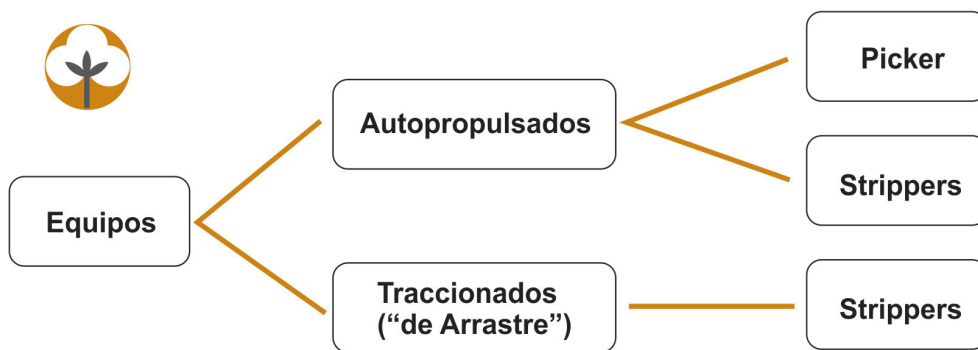


c) Clasificación de equipos cosechadores

Es importante remarcar que la cosecha mecanizada del algodón es una labor agrícola muy particular, dado que requiere de máquinas específicas y solo utilizables para el cultivo de algodón. A diferencia de las cosechadoras de granos, que tienen la capacidad de intercambiar los cabezales y las plataformas para cosechar diversos cultivos –como trigo, cebada, soja, maíz, girasol, sorgo etc.– las cosechadoras de algodón tienen una especificidad total con el cultivo textil, dependiendo completamente de este.

Hechas estas salvedades, es importante incluir una clasificación de equipos cosechadores de algodón, de tal manera de hacer comprensible las diferencias que existen entre ellos. El Procalgodón relevó y clasificó el parque de cosechadoras en el año 2011, segmentando los equipos cosechadores de algodón en función a sus sistemas de propulsión y sus sistemas de cosecha (Figura 16).

Figura 16. Clasificación de los equipos cosechadores de algodón en Argentina.



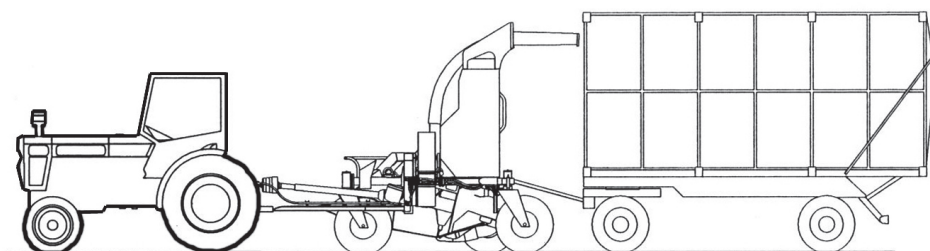
Fuente: Extraído de Pellegrino (2011).

En cuanto a sus sistemas de propulsión, existen de dos tipos: las cosechadoras autopropulsadas y las de arrastre.

Los equipos autopropulsados o automotrices son aquellos que cuentan con tracción propia, es decir, que dentro de su estructura poseen un motor que les brinda movilidad y la capacidad de trabajo para realizar la acción de cosecha. Por lo tanto no requieren de un tractor para su funcionamiento.

En cambio, los equipos de arrastre o de tracción libre son aquellos que necesitan ser traccionados por un tractor agrícola para poder cumplir su función. Obtienen del tractor la movilidad y la energía motriz necesaria para impulsar la totalidad de sus mecanismos. Por ejemplo en el caso que se describirá a continuación –el de la cosechadora Javiyú– esta es arrastrada por un tractor obteniendo de este la energía motriz que impulsa sus mecanismos, acoplándose a la barra de tiro (lanza), a la toma de potencia y al sistema hidráulico (mediante los conectores hidráulicos). Gracias a este acople, la máquina puede desplazarse y cosechar (Figura 17).

Figura 17. Esquematación de la dupla tractor-cosechadora de arrastre.



Finalmente, y en cuanto a la clasificación por sistema de cosecha, los equipos autopropulsados cuentan con ambos sistemas: el picker y el *stripper*. En contraposición, los equipos traccionados o de arrastre solo disponen del sistema de cosecha *stripper*, como la Javiyú.

a) Los ejes rectores del proyecto

*El INTA, como organismo público de Ciencia y Tecnología con gran tradición territorial, vio la necesidad de brindar soluciones tecnológicas a los pequeños y medianos productores algodoneros, para que pudieran adoptar el sistema de surcos estrechos y absorber sus beneficios. Para ello, el INTA estableció un nuevo paradigma en la cosecha de algodón, desarrollando una cosechadora del tipo *stripper*, de arrastre, simple pero robusta, económica y con equipo de limpieza: la Javiyú.*

La idea comenzó a gestarse en los galpones de la EEA Reconquista a principios del año 2005. Allí, en el marco de una reunión de los integrantes del Proyecto Nacional de Algodón del INTA, se encontraban los ingenieros agrónomos Orlando Pilatti, Mario Mondino y Oscar Peterlin. Estos profesionales, que cuentan con un amplio conocimiento del cultivo y con un extenso recorrido dentro del sector, comenzaron a plantearse la cuestión referida al sistema de siembra. Ellos vislumbraban que el esquema de producción de algodón tendía hacia los surcos estrechos y la cosecha *stripper*, incentivado por los avances logrados en los últimos años justamente por INTA y por muchos productores agropecuarios.

Esta nueva forma de conducir el cultivo, con aumentos importantes en los rendimientos, generaba expectativas y horizontes de crecimiento interesantes. Muchos productores de gran escala y con capacidad económica estaban reconvirtiendo sus cosechadoras autopropulsadas pickers, incorporándole plataformas *stripper* (con y sin equipos de prelimpieza) para sembrar, cosechar y obtener mejores producciones.

En cambio, los productores pequeños y medianos no tenían la capacidad económica para acceder a las cosechadoras automotrices reconvertidas, u otras veces lo acotado de su escala productiva actuaba como barrera –sea económica o temporal²⁰– para acceder al servicio de los contratistas de cosecha (que aún eran escasos).

¿Qué hacer entonces con los segmentos productivos de pequeños y medianos productores, que totalizan aproximadamente el 38 % de los productores, pero aportan el 63 % de la oferta algodoneira? ¿Cómo lograr que estos segmentos –con menores posibilidades de acceso– también dispongan de maquinaria de cosecha, adopten el beneficioso sistema de surcos estrechos y amplíen la superficie sembrada y algodón producido? ¿Cómo el INTA, siendo un organismo público de Ciencia y Tecnología, podía utilizar sus capacidades científico-tecnológicas para desarrollar un producto tecnológico que permitiera a estos sectores ganar en competitividad, elevando su producción y bajando sus costos operativos?

²⁰ Los contratistas de cosecha, en general, priorizan las grandes superficies, por cuestiones logísticas y sobre todo económicas. En muchos casos, los productores con escalas reducidas no pueden acceder a este servicio, o lo hacen tardíamente (siendo que el periodo óptimo de cosecha abarca los meses de marzo, abril y mayo).

“Lo más interesante de este caso radicó en un cambio de paradigma”, comenta Eduardo Delsin, director de la EEA Reconquista cuando comenzó el proyecto de la Javiyú. El paradigma dominante de la cosecha de algodón en el mundo trabaja básicamente con equipos automotrices de grandes dimensiones y pesados, siendo maquinaria compleja con sistemas hidráulicos y tecnología electrónica incorporada, que finalmente se traduce en cosechadoras costosas, tanto para adquirirlas como para mantenerlas, aunque permiten cosechar grandes volúmenes. Este paradigma, asociado al modelo de ingeniería estadounidense de John Deere y Case IH, se encuentra difundido a lo largo y ancho del planeta, y no solo es exclusivo del algodón, sino que también se aplica a la cosecha de cereales y oleaginosas.

Pensar opciones y trabajar dentro del paradigma dominante sería lo normal, lo común y hasta lo establecido. Este fue el caso de muchas empresas privadas, que como respuesta a la demanda, comenzaron a ofrecer el servicio de reconversión de cosechadoras picker a *stripper*, mediante el cambio de plataforma.

Pero en los hechos, las soluciones por dentro del paradigma dominante excluían a un importante sector de los productores algodoneros, que en muchos casos habían abandonado el cultivo. Por ello, lo distintivo e interesante del caso Javiyú fue la intención de no posicionarse dentro de la corriente mayoritaria, sino hacerlo por fuera, creando otro paradigma –uno diferente– que permitiera brindar soluciones tecnológicas a estos sectores; y de la mano de la adopción de los surcos estrechos, inyectar competitividad a la producción algodonera, disminuyendo la asimetría tecnológica con la soja.

Empujado desde esa necesidad, el INTA construyó las bases del nuevo paradigma sobre otras búsquedas, mayoritariamente contrapuestas al paradigma dominante: equipos cosechadores simples, livianos, económicos, de poco mantenimiento y bajo costo operativo, sin sistemas hidráulicos y sobre todo sin motor propio. A diferencia del paradigma dominante, este nuevo enfoque prescindió del desarrollo de maquinaria autopropulsada o automotriz, sino que introdujo el antiguo concepto de la maquinaria de arrastre, traccionada por un tractor agrícola convencional. Además, esta máquina sería pensada para requerir una baja potencia del tractor, lo que permitiría el uso de un tractor común, herramienta con que mayoritariamente cuentan los productores agrícolas argentinos. Otro de los ejes rectores del proyecto fue el sistema de cosecha. Este debía ser *stripper*, ya que era el sistema necesario para la cosecha de algodón en surco estrecho, y su plataforma sería de dientes²¹. Además, teniendo en cuenta que en el sistema *stripper* los capullos son despojados junto con ciertas impurezas, como son los carpelos o perillas, tallos, restos de hojas etc., era importante limpiar el algodón para preservar sus condiciones *in situ* –es decir, en la misma máquina– por lo que se decidió incorporarle un limpiador integrado con la unidad de cosecha.

En resumen, la máquina se pensó desde el inicio como una cosechadora de arrastre para ser traccionada por un tractor común, con sistema de cosecha *stripper* y con un equipo de limpieza integrado dentro de esta.

²¹ Como antecedente anterior, se destaca el grupo de productores algodoneros y la desmotadora Sogico S.A. (de Gancedo, Chaco) que fueron pioneros en la producción a gran escala de algodones en surco estrecho, cosechando sin prelimpieza en chacra, y limpiando y desmotando en fábrica, así como LIAG de Toloche (en Salta), que fueron los importadores de una plataforma *stripper* que fue el modelo inspirador de las variantes con mejoras y evoluciones que se produjeron posteriormente. Pilatti (2014).

Figura 18. Los ejes rectores del proyecto de desarrollo de la futura cosechadora Javiyú.



Ante el surgimiento de este proyecto de desarrollo, la respuesta institucional no tardó en llegar. El Programa Algodón del INTA dio el sustento para el comienzo de los trabajos, luego de las reuniones y de los primeros bocetos del ingeniero Pilatti, el ideólogo de la futura innovación. Rápidamente, con mucho entusiasmo organizacional, se obtuvieron los fondos necesarios para la concreción de un primer prototipo, con aportes iguales de la Asociación Cooperadora de la EEA Reconquista y de la Asociación para la Promoción de la Producción Algodonera (APPA)²², de la cual el INTA es parte. A partir de ese momento, cimentado sobre un nuevo paradigma, con el empuje institucional, con los recursos financieros y con mucho entusiasmo, el Grupo de Desarrollos Mecánicos de la EEA Reconquista comenzó a trabajar en el prototipo de la primera máquina.

Como todo gran viaje, este proyecto comenzó con un primer paso.

b) El recorrido previo del Grupo de Desarrollos Mecánicos de la EEA Reconquista

Sin embargo, conviene antes repasar sintéticamente cuál fue la trayectoria del inventor de la máquina y su compañero de taller, con el que junto con dos soldadores, conforman el Grupo de Desarrollos Mecánicos de la EEA Reconquista del INTA.

El ingeniero agrónomo Orlando Pilatti, el inventor de la Javiyú entre otras máquinas²³, de 75 años, oriundo de Esperanza (provincia de Santa Fe) aclara que "la mecánica es su hobby, pero la agronomía su profesión". Jubilado del INTA, con toda su carrera desarrollada en la institución desde su ingreso en el año 1965, actualmente continúa con sus infatigables ganas de lograr nuevos inventos, participando como profesional asociado.

Tanto él como Víctor Ferezin vienen trabajando en el norte santafecino desde hace muchas décadas. Ingresar al taller de la Experimental –un antiguo taller de reparación de automotores institucionales– permite comprender que ambos técnicos se acoplan a la perfección, como dos engrajes de un mismo mecanismo. Su forma intuitiva de trabajar, a fuerza de aprendizajes, de prueba y errores, hace comprender al visitante que este equipo tiene en claro que busca y lo va forjando pieza por pieza. Sus trayectorias conforman una amalgama de conocimiento mecánico y agronómico,

²² A marzo de 2005 el presupuesto fue de \$ 14.000 (es decir, USD 4.700).

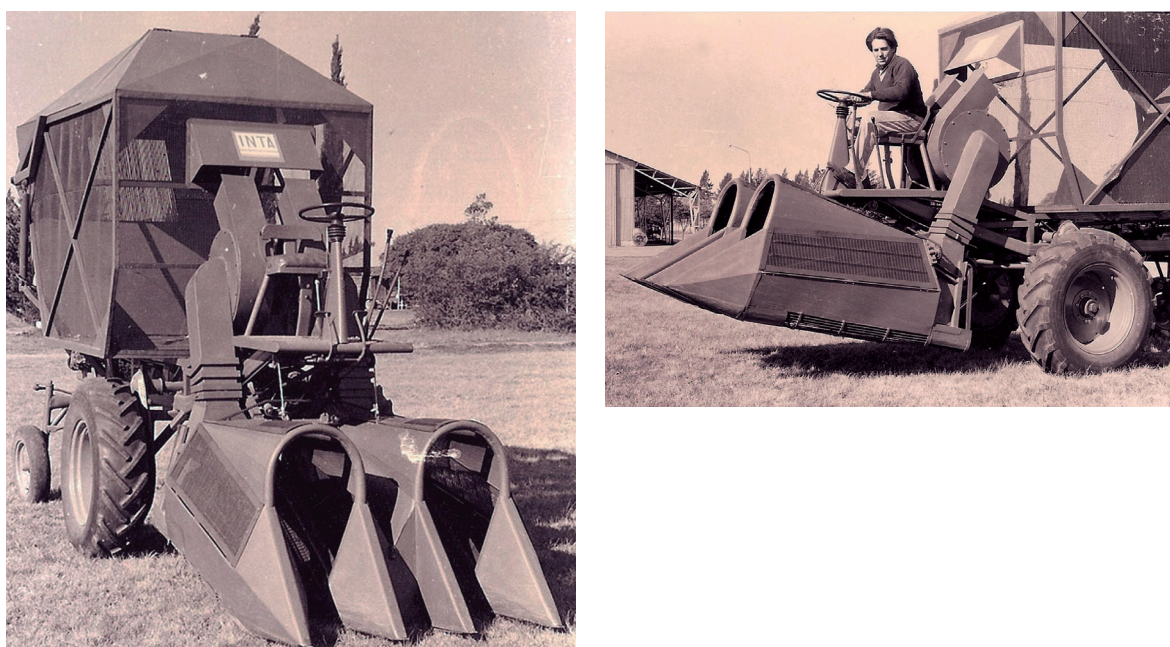
²³ No solo fue el inventor de la Javiyú. También tiene en su haber La Cañera INTA, una cosechadora de caña de azúcar de arrastre: La Reconquista, una cosechadora de granos (maíz, trigo, soja, avena, porotos etc.) de arrastre, y el último –y aún en desarrollo– prototipo de La Lola, cosechadora automotriz de algodón, que tiene la capacidad de formar rollos o módulos de algodón protegidos con film plástico.

soldado fuertemente por una voluntad férrea y una pasión por su trabajo, sin dejar de lado un matiz casi artesanal en sus creaciones.

Este binomio, sin embargo, no trabaja con diseños por computadora ni planos, sino que tienen el proceso mecánico en mente y lo llevan a cabo. Justamente, lo claro de sus conceptos les permite trabajar con materiales que distan de ser los ideales –como partes de antiguas máquinas y motores–, pero que les han permitido construir muchas innovaciones mecánicas, siempre con la convicción de que es posible desarrollar equipamiento propio, nacional y que se adapte a la realidad del sector algodonero.

Si bien habían pasado pocos años desde su ingreso a INTA, ya en 1972 Pilatti y Ferezin empezaban a trabajar con la idea de aportar en la mecanización de la cosecha de algodón. Para ese año, desde INTA Reconquista, inician el desarrollo de una cosechadora, que se concretaría finalmente dos años después. Esta cosechadora era automotriz con motor Jeep, poseía una plataforma *stripper* de cepillos giratorios y fue enteramente construida en los talleres de la experimental. La máquina trabajaba de a dos surcos por vez, dado que en esos años el cultivo se conducía de forma convencional, con separación entre hileras de aproximadamente 90 centímetros. La cosechadora fue patentada, sin embargo como explica Pilatti (2014), por condiciones de los cultivos de entonces (problemas en el manejo de los rebrotes y las malezas) no parecía viable su utilización, dado que cosechaba el algodón pero con muchísima impurezas.

Figura 19. Primera cosechadora autopropulsada *stripper* desarrollada en la EEA Reconquista, probada por Víctor Ferezin durante el año 1975.



Este inconveniente les hizo replantearse el sistema de cosecha de la máquina, por lo que decidieron cambiarlo y encarar otro proyecto en 1977.

El siguiente intento fue desarrollar una cosechadora automotriz del tipo picker, no de husillos sino de barras verticales, que tenía origen en un antiguo sistema soviético, del que sin embargo no se conocía demasiado. Se comenzó a trabajar sobre un primer prototipo, incluso secundariamente a las actividades profesionales dentro del INTA, y con escasos recursos monetarios. Primeramente la máquina fue construida para un surco, pero luego se duplicó su capacidad, pudiendo cosechar de a

dos surcos a la vez. En Reconquista se hicieron infinidad de ajustes, donde la cosechadora fue evolucionando al ritmo de las pruebas, hasta que en 1985 –tras ocho años de trabajo–, se dispuso de una versión acabada con buenas perspectivas. La máquina autopropulsada, denominada Sapucay, cosechaba bien y con un costo operativo bajo, pero sobre todo lo hacía limpio, siendo esta su característica más competitiva. Además era una cosechadora liviana, de muy bajo peso (solo 3.900 kg), con un motor diésel de 60 HP, transmisiones hidrostáticas y una capacidad de tolva de 12 m³ (Delssin, 2003).

Basándose en estos logros, la coordinación del Programa Algodón del INTA recomendó llevar el prototipo a escala industrial. Para ello se buscaron potenciales socios en la región, que estuviesen interesados en vincularse con la institución y producir la Sapucay²⁴ a fin de transferir la tecnología al medio productivo.

Hacia 1985, el concepto de vinculación tecnológica no estaba demasiado desarrollado ni se disponía aún de experiencias cuantiosas en el área²⁵, pero igualmente se encontró una contraparte interesada y se firmó un convenio con ella. Una pyme local, la empresa Imel S. A., fue la contraparte que escaló industrialmente el modelo en Reconquista, Santa Fe, a pesar de que su rubro original no era el de maquinaria agrícola, sino el de producción de aberturas metálicas, y por lo tanto carecía de posicionamiento y de experiencia en el sector agroindustrial.

Aun así, la empresa y los técnicos se consociaron para producir en pocos meses las dos primeras Sapucay, a las cuales se le fueron haciendo modificaciones a medida que surgían inconvenientes dentro del proceso industrial. Estas dos cosechadoras iniciales dieron paso a más de 35 máquinas producidas, cada vez más mejoradas, y al proyecto de una nueva versión de cuatro surcos. Pero, a pesar de que la cosechadora trabajaba bien y limpio, y la transferencia tecnológica al medio empezaba a sentirse como una realidad, la situación macroeconómica del país comenzó a actuar como lastre.

Primero fue la hiperinflación y luego la convertibilidad lo que dinamitaron este proceso, maximizado luego por la llegada masiva de cosechadoras importadas en la década del 1990. En este marco económico donde era más fácil importar equipos que fabricarlos, el proyecto quedó trunco, a pesar de las muchas demostraciones exitosas en la región y en países vecinos como Uruguay y Brasil, donde se alcanzó a exportar tres máquinas. Como se describe en la primera parte de este trabajo, hacia fines de los 90 hizo implosión el algodón. Junto con el cultivo también se desmoronaron la empresa y el proyecto de la cosechadora Sapucay, finalizándose la producción industrial de la máquina.

Posiblemente, esta experiencia sirva para entender que el contexto macroeconómico le puede imprimir un signo positivo o negativo al proceso de inserción de un desarrollo tecnológico dentro del sistema productivo. En este caso el signo fue negativo, ya que a pesar de tratarse de un desarrollo mecánico con potencialidad, las condiciones económicas imperantes hicieron tambalear al proyecto desde el punto de vista comercial. También sirvió para comprender que la empresa licenciataria cumple un rol clave en la transferencia al medio productivo. Idealmente, esta debe ser del rubro de la maquinaria agrícola y contar tanto con conocimiento y posicionamiento dentro del sector productivo como con capacidad financiera y comercial.

²⁴ O. Pilatti, comunicación personal. 27 de abril de 2015.

²⁵ Hacia fines de 1986 el INTA lanza su política de Vinculación Tecnológica y, en marzo de 1987, el Consejo Directivo del INTA crea la Unidad de Vinculación Tecnológica para entender en la ejecución de esa política (Moscardi, 2008).

En una breve síntesis, la EEA Reconquista y el grupo de trabajo llevan más de tres décadas dedicándose a la mecanización de la cosecha de algodón, con aciertos y errores, con el conocimiento, la experiencia y la siempre ineludible intención de mejora. Además de la materia gris, pieza fundamental de todo proyecto tecnológico, el INTA –a pesar de sus vaivenes presupuestarios– brindó el ámbito físico, el personal de apoyo y las herramientas para que estos proyectos mecánicos dejaran de ser una idea y se convirtieran en un proyecto tangible. Sin entender estos basamentos es imposible comprender el desarrollo posterior de la cosechadora Javiyú.

Figura 20. La Sapucay, en una demostración en Brasil, donde se llegaron a exportar tres unidades a principios de los años 90.



c) El proyecto Javiyú (2005)

Identificado el problema tecnológico –la falta de cosechadoras *stripper* accesible para productores pequeños y medianos– el INTA encaró con decisión un proyecto tecnológico que buscaría el desarrollo de un producto: una cosechadora de algodón de arrastre. Este se basó en un paradigma diferente y sobre los tres ejes rectores anteriormente comentados: una máquina de arrastre, con sistema de cosecha *stripper* y sistema de limpieza integrado.

Con gran entusiasmo como insumo fundamental, el proyecto iniciaba hacia marzo del año 2005 en las cercanías de Reconquista, al nordeste de la provincia de Santa Fe. Una parte importante del diseño del prototipo estaba volcado en un boceto hecho a mano por Orlando Pilatti. Pero la otra parte –quizás la más relevante– lo estaba en formato mental, en ideas, en conceptos, en detalles casi intuitivos, tácitos, fruto de la habilidad personal, del conocimiento y de los años de trabajo en la mecanización de la cosecha de algodón. Muy probablemente, este conocimiento tácito rija el destino del proyecto tecnológico, considerándose fundamental para el logro exitoso de la cosechadora.

Volviendo a los hechos, con esta base comenzaron los trabajos de construcción en el taller de la EEA, ya con los materiales disponibles para el primer prototipo de la máquina, algunos de ellos provistos por una red de talleres metalmeccánicos locales, bajo especificaciones y normas del INTA. Como se comentó anteriormente, la adquisición de estos fue facilitada por la Asociación Cooperadora del INTA Reconquista y por APPA.

Teniendo en cuenta que el entusiasmo, el conocimiento y la capacidad de trabajo es una de las fortalezas de este equipo –como se comentó en párrafos anteriores– no resultó extraño que el pri-

mer logro sea concretado en tiempo récord. Para junio de 2005 –a no más de tres meses de iniciado el proyecto– el prototipo era una realidad, aún endeble pero tangible.

El paso siguiente era evaluar el desempeño del prototipo en condiciones de cosecha. La buena noticia fue que muy prontamente se presentó la oportunidad, ese mismo mes de junio en Famaillá, en la provincia de Tucumán durante la muestra del INTA Expone 2005. Allí, el prototipo tendría que superar una de las primeras pruebas de fuego: cosechar sobre una parcela demostrativa de algodón.

Por lo tanto el prototipo viajó a Tucumán. Allí, para satisfacción de los técnicos, cosechó satisfactoriamente, incluso a pesar de ciertas limitaciones en la estructura y en el acoplado. Esta demostración en tierras tucumanas sirvió para diagnosticar ciertas falencias en el funcionamiento, que fueron anotadas y serían corregidas durante los próximos meses, pero esencialmente logró una certeza: el prototipo había cumplido su cometido favorablemente. De esta manera, con la satisfacción de la tarea realizada y con nuevas metas, los técnicos retornaron a sus labores en el taller de la Estación Experimental.

A partir de esa ocasión, mientras avanzaban los trabajos de perfeccionamiento del primer prototipo, el INTA y sus directivos comenzaron a buscar apoyo externo para el proyecto mecánico. Lo hicieron primeramente con las provincias algodoneras, tratando de involucrarlas como partes interesadas y lograr su apoyo. El objetivo era impulsar el proyecto, darle continuidad y trabajar en el desarrollo de más prototipos. También se buscaba que la máquina sea puesta a prueba en los mismos territorios, sea llevada a campo y coseche frente a condiciones reales de trabajo agrícola. Para ello se planteó la necesidad de instalar una red de ensayos en diversas localidades provinciales para ser cosechados con los nuevos prototipos, y de esta forma evaluar el comportamiento de la cosechadora.

Estas gestiones, tan difíciles de analizar dado que muchas veces se basan en el capital relacional de gestores y directivos, tienen un peso específico fundamental en el desarrollo de un proyecto tecnológico. Es más, muchos proyectos con potencialidad pueden quedar inconclusos u olvidados si no son gestionados adecuadamente los apoyos para su crecimiento y desarrollo. Afortunadamente en este caso, impulsado desde el INTA, con la visión gerencial del entonces director de la EEA Reconquista, Eduardo Delssin, y desde APPA se pudo lograr el apoyo de las provincias.

De esta manera, el proyecto tecnológico daba otro paso fundamental en su camino. Así, en septiembre del mismo año –con los organismos gubernamentales de tres provincias algodoneras involucrados– se firmó un compromiso con Santiago del Estero, Formosa y Santa Fe, donde cada provincia se comprometía a financiar un prototipo, de la que a *posteriori* se denominaría Javiyú²⁶, permitiendo entonces un avance fundamental en el perfeccionamiento del desarrollo mecánico.

El proyecto –ahora con un respaldo ampliado por otros organismos públicos y regionalizado– continuó avanzando en la construcción de tres prototipos. Lo hizo buscando profundizar los conocimientos científico-técnicos de aplicación específica que deben ser realizados en la etapa que precede a su empleo generalizado, en lo que comúnmente se denomina investigación tecnológica precompetitiva²⁷. En este sentido, sobre la marcha se fueron implementando algunas mejoras, mientras continuaban las pruebas de funcionamiento general de la máquina. Ambos procesos, tanto el

²⁶ En 2005, las provincias involucradas financiaron cada prototipo con \$ 35.000 (USD 11.600).

²⁷ Según la Ley de Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica (Ley N° 23.877/90).

de perfeccionamiento como el de fabricación de los prototipos, fueron completamente realizados por personal de INTA y en un breve periodo; breve, pero intenso ya que solo tomaron seis meses. Por ende, para marzo del 2006 los tres prototipos provinciales estaban listos, y tras diversas pruebas de cosecha, se podía decir que el desarrollo tecnológico estaba finalizado. Sin exagerar, se podría afirmar que el desarrollo tecnológico iba consolidándose a paso redoblado.

El 31 de marzo del 2006 se realizó una jornada algodonera especial para hacer entrega de las tres máquinas a las provincias involucradas, en la Estación Experimental del INTA en Reconquista. Además se incluyó una muestra dinámica de cosecha, a fin de que los concurrentes observen –en vivo– el desempeño de la Javiyú. Engalanadas con los colores patrios, las máquinas realizaron demostraciones de cosecha para el público asistente, que llegó desde diversos sitios del país y de países vecinos. Entre los más de 600 asistentes concurren autoridades y funcionarios nacionales, provinciales y municipales, funcionarios de la hermana República del Paraguay, autoridades y técnicos del INTA, líderes de organizaciones de productores, empresarios de industrias relacionadas (textil, aceitera, desmotadoras, maquinaria agrícola, servicios), productores agropecuarios, profesionales del rubro, estudiantes y público en general.

Sin duda, esta jornada fue iniciática en términos de conocimiento de la máquina, que debutó en muchos medios periodísticos –tanto especializados como generales– dándose a conocer en el ambiente productivo del país y de la región. Había nacido la cosechadora que prontamente se conocería como “la Javiyú”, que en voz guaraní significa “pelusa” y por extensión “capullo”.

Figura 21. Las tres primeras máquinas entregadas a las provincias durante la jornada algodonera en marzo de 2006.



Figura 22. Muestra dinámica de cosecha durante la jornada en marzo de 2006.



a) La política y los instrumentos de vinculación tecnológica

El INTA –creado en 1956– despliega una reconocida y amplia trayectoria como institución de Ciencia y Tecnología. Este organismo estatal, dependiente del Ministerio de Agroindustria, pero con autarquía operativa y financiera, dispone de cerca de 10.000 trabajadores con un alto grado de formación. Caracterizado por una distribución territorial federalizada, el INTA a lo largo y ancho del país cuenta con 15 centros regionales, 53 estaciones experimentales, 6 centros de investigación y 21 institutos de investigación y más de 300 unidades de extensión, además de la sede central. Como instituto tecnológico, tiene la misión de “Generar conocimiento y tecnologías, y transferir los resultados de investigación con el objetivo de contribuir al logro de una mayor competitividad del sector agropecuario, forestal y agroindustrial, en el marco de sostenibilidad ecológica y equidad social” (INTA, 2007).

Enmarcado dentro de esta misión, la Política de Vinculación Tecnológica fue creada como instrumento novedoso destinado a impulsar y colaborar con el desarrollo competitivo del sector agropecuario y agroindustrial. Mediante esta política, el INTA y las empresas del sector privado –con énfasis en las pymes nacionales– pueden acordar alianzas estratégicas que busquen emprender en conjunto proyectos de Investigación y Desarrollo, buscando obtener innovaciones tecnológicas para el sector agroalimentario.

Mediante la firma de un convenio de Investigación y Desarrollo, el INTA y las empresas comparten sus capacidades, los gastos y riesgos involucrados desde el inicio del proyecto, permitiendo un acercamiento muy favorable para el desarrollo y posterior introducción al mercado del producto desarrollado. Luego de lograda la innovación, la empresa fabrica, multiplica (o reproduce) y comercializa el producto, compensando al INTA con el pago de regalías.

O también mediante otro instrumento de vinculación tecnológica como los convenios de Transferencia de Tecnología, el INTA otorga licencias de explotación comercial de tecnologías desarrolladas y protegidas por la institución –como es el caso de la Javiyú– posibilitando la producción industrial, la comercialización y la transferencia tecnológica al medio productivo. La empresa, a cambio de esa licencia para un territorio y un tiempo determinado, realiza el pago de una regalía previamente consensuada, y siempre estipulada en un convenio de vinculación tecnológica.

En otros casos, se pueden plantear otro tipo de vinculación con el sector privado, como la de asistencia técnica, para que mediante las capacidades científico-tecnológicas de la institución se puedan resolver problemas específicos de las contrapartes, más bien asociados “al saber cómo” y a la experiencia de los profesionales del INTA.

Estos tipos de convenios más la creación de Empresas de Base Tecnológica (EBT’s) son los principales instrumentos de vinculación tecnológica del INTA. Bien utilizadas, estas herramientas

permiten consociar positivamente las capacidades científico-tecnológicas del instituto, sus investigadores, su trayectoria, su equipamiento; con la capacidad industrial, empresarial y tecnológica del privado, más el conocimiento acabado del mercado objetivo, de los canales de comercialización y del comportamiento de los clientes que poseen las empresas. Unir ambos espacios permite enriquecer el proceso, construir una simbiosis público-privada pensando en la solución de un problema tecnológico, con impacto real en el sector productivo nacional.

En el caso de la cosechadora de algodón Javiyú –uno de los aportes descriptos en este trabajo– el desarrollo tecnológico fue logrado por la institución gracias a la inventiva y capacidad de Orlando Pilatti y el Grupo de Desarrollos Mecánicos de la EEA Reconquista, a la visión y el empuje de sus directivos, a la disponibilidad de recursos y espacio brindada por el INTA, al apoyo de APPA y de las provincias algodoneras etc.

No obstante, el proyecto se topaba con una encrucijada: ¿cómo hacer para que este desarrollo mecánico pueda llegar al sistema productivo y se transforme en una innovación? ¿Cómo proceder institucionalmente para que la Javiyú esté disponible y al alcance de los pequeños y medianos productores? ¿Cómo transferir esta tecnología y convertir los cuatro prototipos en más de 400 máquinas cosechando en el país y en el mundo?

Para responder estas preguntas es necesario, por lo menos someramente, analizar algunos puntos importantes de Propiedad Intelectual.

b) La protección de un desarrollo público

Uno de los objetivos del INTA es incrementar la generación y transferencia de tecnología al medio productivo. De esta forma, una vez obtenido un resultado de investigación –y como paso necesario para convertirse en innovación– este debe ser introducido al mercado mediante una contraparte que tenga la capacidad de reproducirlo industrialmente y comercializarlo. Para ello, la institución se vale de asociaciones con el sector privado, mediante la vinculación tecnológica como instrumento. Sin embargo existe un paso previo: para que este desarrollo pueda ser licenciado es necesaria la protección de la invención mediante las herramientas de Propiedad Intelectual y de Secreto Industrial.

En el INTA, dentro de la Coordinación Nacional de Vinculación Tecnológica se encuentra el área de Propiedad Intelectual. Básicamente, el área se encarga de la protección de los resultados de investigación, buscando resguardar el capital intelectual y tecnológico de la institución. Lo hace con tecnologías apropiables, es decir, con aquellos conocimientos o tecnologías cuya naturaleza permite algún grado de apropiación. Ejemplos de este tipo de tecnologías son las vacunas, la maquinaria y los implementos agrícolas, las variedades vegetales mejoradas, el software, los insumos agropecuarios etc.

La protección de estos desarrollos apropiables es posibilitada por el uso de diversas herramientas de propiedad intelectual, como son las patentes de invención, los modelos de utilidad, los derechos de obtentor, los secretos industriales etc. En este sentido, el INTA cuenta con un amplio abanico de tecnologías protegidas, muchas de ellas ya transferidas al medio productivo. Por ejemplo, al inicio del 2016 el organismo totalizaba 58 patentes de invención concedidas y 132 en trámite, 14 marcas, 983 variedades vegetales mejoradas²⁸ etc.

²⁸ Al 2016, de las 983 variedades vegetales desarrolladas, 381 son de propiedad del INTA y 602 se encuentran bajo dominio público.

Ahora, si hablamos específicamente de la cosechadora Javiyú, esta invención mecánica fue protegida por el INTA mediante una patente de invención. Sin embargo, ¿qué se entiende por invención?

Una invención, para la Ley de Patentes, es aquella creación intelectual –ya sea un producto o un procedimiento– que genera una solución a un problema de la técnica. Para que sea considerada patentable, la invención debe cumplir con los tres requisitos: novedad absoluta, actividad inventiva y aplicación industrial²⁹.

Si la invención cumple con estos requisitos, el Estado otorga un derecho de patente, que implica un derecho exclusivo con una duración de 20 años contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud. Esto permite, para un territorio determinado, ejercer el derecho de exclusividad sobre su invento, pudiendo impedir que terceros sin su consentimiento realicen actos de fabricación, uso, oferta para la venta, venta o importación del producto o procedimiento patentado. Aunque evita que el modelo pueda ser copiado y fabricado sin autorización del inventor, esto no impide que la patente sea licenciada a un tercero interesado, como en el caso que nos atañe. Luego de pasados los veinte años, el titular deja de detentar derechos exclusivos sobre la invención, que queda disponible para su uso público, y puede ser utilizada comercialmente por parte de terceros.

Hechos estos comentarios, el INTA solicitó la protección de la invención en Argentina –vía patente– en marzo de 2006. Sin embargo, dado que es importante presentar una solicitud de patente antes de divulgar públicamente los detalles de la invención, lo hizo con anterioridad a la jornada algodonera, donde la máquina haría su aparición pública. De esta forma, se evitó la pérdida de la novedad de la invención, dado que las invenciones que sean divulgadas antes de presentada una solicitud pueden ser consideradas como parte del estado de la técnica, impidiéndoseles su patentamiento.

Una vez realizada la solicitud en Argentina, se dispone de un plazo no mayor a un año para formalizar la ampliación a otros territorios de interés. Para ello, es de crucial importancia definir correctamente cuáles son los países donde es conveniente proteger el desarrollo, identificando los mercados potencialmente atrayentes. También se debe tener en cuenta la disponibilidad presupuestaria para tal fin, dado que la protección tiene un costo monetario por solicitud y por mantenimiento, en muchos casos significativo.

Volviendo a nuestra cosechadora, tras la realización de los análisis correspondientes, se definió la estrategia de patentamiento en el exterior. Así, dentro del plazo del año contado desde el inicio del trámite en Argentina, se solicitaron patentes en las oficinas de Estados Unidos, China, India, Paraguay, Venezuela y Brasil. Las variables que influyeron fueron el volumen de producción algodonera del país (como en el caso de China, India y Estados Unidos), el volumen y la cercanía geográfica (en Brasil)³⁰ y la cercanía geográfica más la posibilidad de futuras transferencias (en Paraguay y Venezuela). Además se registró la marca “Javiyú” para la República Argentina.

²⁹ 1) Que la invención sea nueva, es decir, que no esté comprendida en el estado de la técnica (entendiéndose al estado de la técnica como el conjunto de conocimientos técnicos que se han hecho públicos antes de la fecha de presentación de la solicitud mediante una descripción oral o escrita, por la explotación o por cualquier otro medio de difusión o información, en el país o en el extranjero); 2) que las invenciones tengan justamente actividad inventiva, es decir, cuando el proceso creativo o sus resultados no se deduzcan del estado de la técnica en forma evidente; y 3) que las invenciones tengan aplicación industrial, es decir, cuando el objeto de la invención conduzca a la obtención de un resultado o de un producto industrial.

³⁰ Al 2006, la triada de los grandes productores de algodón eran China (1.º productor), Estados Unidos (2.º productor) y la India (3.º productor). Brasil era el 7.º productor mundial y 2.º en América.

Figura 23. Países en donde se solicitó protección de la Javiyú.



En relación con la cosechadora, se destaca el carácter mundial de esta invención –con foco en el principio de arrastre– que introduce una novedad, no habiéndose registrado antecedentes en el mundo de equipos cosechadores arrastrados por un tractor. Esta cosechadora argentina –sin independencia motriz– rompió con el paradigma que dominó el diseño de cosechadoras de algodón en los últimos 50 años.

Sin embargo, tanto el principio de arrastre como la plataforma tipo *stripper* eran conocidos desde hace muchos años, y los sistemas limpiadores habían sido muy desarrollados por la industria del desmote. Lo novedoso fue combinarlos sobre un chasis sin independencia motriz. Como explica Delssin (2006) “no son cosas nuevas, sino de una manera nueva”. Esta forma no convencional de articular procesos conocidos permitió realizar un aporte innovador, que favorablemente cumplió con los tres requisitos de patentabilidad, por lo que la patente fue concedida tanto en la República Argentina como en el extranjero.

En nuestro país, el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI) concedió la patente el día 30 de noviembre del año 2010, cuatro años después de iniciado el trámite. La patente de invención de la cosechadora, con número de publicación AR05463, tendrá vigencia hasta el año 2026.

Sin embargo cabe preguntarse ¿de quién es la propiedad del desarrollo? Según la legislación nacional, las invenciones patentables desarrolladas mediante actividades de investigación llevadas a cabo en el marco de una institución de ciencia y tecnología serán propiedad de esta última y no del inventor, reservando igualmente para el inventor el derecho a una compensación económica justa. Por ello, la patente de invención sobre “una máquina cosechadora de algodón de arrastre accionada mediante una unidad motriz independiente” es propiedad del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), reconociendo como inventor al Ingeniero Agrónomo Orlando Pilatti, destacado profesional de la EEA Reconquista.

Pero luego, también llegaron noticias desde el exterior. Y buenas noticias. Un año más tarde, la

patente fue concedida en Estados Unidos. Esto marcó un hito para un instituto científico-tecnológico como el INTA, ya que se trató de su primera patente concedida en aquel país, una plaza donde las principales empresas y organismos del mundo buscan proteger sus desarrollos. Y tras la primera economía del mundo, llegó la confirmación de la segunda economía global: China. Favorablemente, el INTA también había patentado su cosechadora en el gigante asiático. Por lo tanto, desde el noroeste de Santa Fe, la cosechadora Javiyú lograba algo inédito: confirmarse como la única máquina agrícola argentina que tiene patentes inscrita en Estados Unidos y en China.

Estos hechos confirmaban lo que muchos pensaban. El proyecto de la cosechadora, que había nacido como necesidad de darle respuesta a los productores pequeños y medianos, y a una actividad productiva herida, comenzaba a estructurarse como un desarrollo innovador y con mucha proyección.

Pero ¿por qué es importante proteger una invención? La protección de los resultados de investigación permite al INTA direccionar la tecnología de forma estratégica, alineándose con las políticas y los objetivos institucionales. Es decir, la decisión en el otorgamiento de las licencias corre por cuenta de la institución y sus directivos, pudiendo dirigir estas hacia empresas, cooperativas, otras formas de agrupamiento productivo o bien declarando que el usufructo de ese conocimiento pueda ser de acceso público y libre. Esto es importante dado que en la protección del desarrollo se funda la capacidad para fomentar y apoyar desde el sector público, determinado sector agroindustrial, determinada región, determinado tamaño de empresa, etc.

Un Estado emprendedor deber apropiarse de sus desarrollos y dirigirlos hacia sectores que considere clave en la trama productiva, a fin de impulsar procesos de mejora de la competitividad que deriven en ciclos virtuosos de generación de riqueza. Sin la protección de la tecnología —esta podría ser apropiada y utilizada por diversos agentes— sin que el sector público pueda ejercer su derecho por el desarrollo de esta. Sin el resguardo, la invención quedaría librada al mercado, pudiendo ser cooptada por cualquier organización —y como sucedió y sucede— por empresas con la capacidad para hacerlo, muchas veces grandes empresas y extranjeras, que terminan concentrando el mercado, apropiándose de un bien público no resguardado.

Además, en caso de una transferencia de tecnología del sector público a una contraparte privada, la protección intelectual de los resultados de investigación le añade valor al producto, haciéndolo más atractivos ante los potenciales desarrolladores comerciales, conocidos como licenciarios (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación, 2013). Esta protección le permite al licenciario ejercer la exclusividad de fabricación del bien³¹, por lo que obtiene una ventaja desde el punto de vista comercial versus sus competidores, posicionándose mejor para la difusión de la tecnología, camino necesario para impactar positivamente en el sistema productivo.

También, y específicamente hablando del exterior, se debe tener en cuenta que la protección no solo resguarda el valor tecnológico del desarrollo, sino que también posiciona a la institución y al país en el extranjero. Primero, equiparando nuestros desarrollos con los de los países centrales, y segundo, iniciando un arduo sendero hacia la exportación de tecnologías con valor agregado, camino que indefectiblemente una nación desarrollada debe transitar.

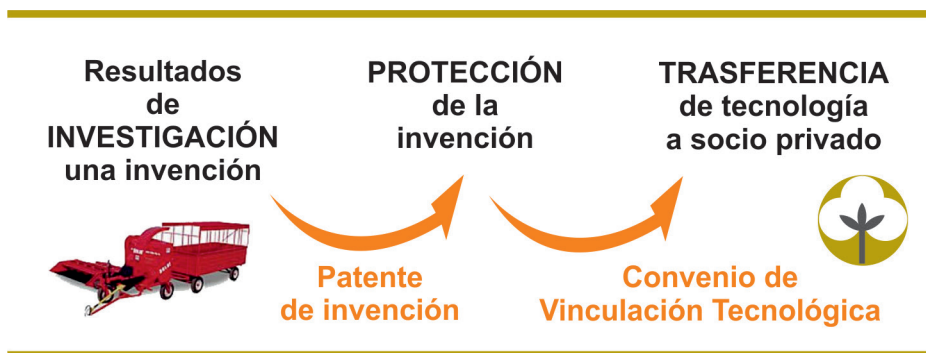
Finalmente, esta capacidad de proteger los desarrollos no solo permite disponer de tecnologías propias y poder transferirlas, sino que actúa como una importante fuente de ingresos monetarios extrapresupuestarios para una institución científico-tecnológica.

³¹ En caso de tratarse de una licencia exclusiva.

Las regalías son la retribución económica que recibe el desarrollador de la tecnología, a cambio del permiso de uso de la materia protegida por parte de la contraparte. Estos recursos monetarios –que en general equivalen a un porcentaje prefijado del precio de venta de las unidades comercializadas– se pueden volcar internamente para fortalecer proyectos investigativos, para iniciar nuevas líneas de investigación en áreas vacantes, para concretar adquisiciones de equipamientos, para ampliar los ensayos y experimentos o para otros fines encuadrados dentro de los objetivos institucionales. Por ende, estos recursos extrapresupuestario son importantes como fuente alternativa para financiar investigaciones en una institución científica. Prueba de esto es que –tras la transferencia tecnológica de la cosechadora– entre los años 2007 y 2015, ingresaron a la institución \$ 2.450.000 en concepto de regalías.

Finalmente, y continuando el hilo de la historia, con la Javiyú en trámite de patente en nuestro país y en el exterior, y resultando distinguida como Producto Innovador con el 1.º premio en el Concurso Nacional de Innovaciones 2006 (INNOVAR)³², el próximo paso que buscaba dar el INTA era transferir esa invención. De esta forma, la sucesión exitosa de etapas iba cimentando el proyecto tecnológico.

Figura 24. Esquematación para la transferencia de tecnología, en caso de un desarrollo patentable.



c) La transferencia de tecnología

La etapa sucesiva era fabricar y comercializar la cosechadora. Pero, teniendo en cuenta que el INTA no tiene entre sus objetivos abordar actividades industriales ni comerciales –pero sí busca transferir y aportar soluciones tecnológicas al sistema productivo– el paso siguiente era tejer un vínculo público-privado con un socio local. Por lo tanto era necesario conformar una alianza estratégica con una empresa que estuviese interesada en conformar un vínculo para la fabricación y comercialización de la cosechadora de algodón. Para tal fin, el INTA como institución pública, puede convocar abiertamente a todos los que puedan estar interesados en ello, ofrecerles igualdad de condiciones y finalmente escoger a un único socio entre los postulantes, según sus aptitudes. La unicidad en esta elección se sustenta en la determinación institucional de ofrecer la licencia de manera exclusiva, de tal manera que al socio privado le sea posible desarrollar una estrategia productiva y comercial adecuada. Fruto de esa estrategia, la empresa podrá ingresar exitosamente al mercado con la innovación, difundiendo la tecnología.

³² INNOVAR es organizado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación.

“La convocatoria abierta fue la solución ideal, ya que además de ser un método transparente, la institución anunciaba la búsqueda de socios para producir esa tecnología y difundía un logro institucional”, comenta Adolfo Cerioni, el coordinador de Vinculación Tecnológica del INTA y el responsable de la convocatoria. Por lo tanto, se convocó a aquellas empresas que estuviesen interesadas en presentarse, difundiéndose en diversos diarios de tirada nacional, como bien se puede apreciar en la Figura 25.

Figura 25. Convocatoria publicada en los diarios La Nación y Clarín.



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

VINCULACION TECNOLOGICA

Dentro de la Política de Vinculación Tecnológica que el INTA viene desarrollando, se convoca a empresas fabricantes de maquinaria agrícola interesadas, para concertar con el Instituto un Convenio de Transferencia de Tecnología, en carácter de exclusividad, para la producción y comercialización de una máquina cosechadora de algodón de arrastre, accionada mediante una unidad motriz independiente.

A tal efecto, se realizará una reunión el día 25 de julio de 2006, a las 9,30 en la Estación Experimental Agropecuaria Reconquista del INTA, Ruta Nacional N°. 11, km 773, Reconquista, Provincia de Santa Fe, telefax (03482) 420784 y teléfonos (03482) 420117/424592, a fin de presentar el emprendimiento e informar sobre las condiciones que deben reunir los interesados.

Se solicita confirmar asistencia.

No obstante, con la experiencia ganada en el área de vinculación tecnológica, el INTA dispuso una serie de requisitos que debían ser cumplidos por las empresas:



La empresa debe desempeñarse como fabricante de maquinaria agrícola en el país³³.



La empresa debe presentar toda aquella información útil que permita al INTA evaluar su capacidad productiva y comercial.

³³ Aquí se vislumbra la experiencia recogida tras el proyecto de la Sapucay, donde se había licenciado esa máquina a una empresa fabricante de aberturas metálicas, la cual no poseía experiencia en el rubro de las maquinarias agrícolas ni posicionamiento en el sector productivo, aunque contaba con empuje empresarial.



La empresa debe presentar un plan de inversión y producción –así como una estrategia de negocios– para fabricar y comercializar la cosechadora con niveles técnicos de excelencia.



La empresa debe estar dispuesta a firmar un Convenio de Vinculación Tecnológica, y abonar una regalía sobre el valor neto de venta de cada cosechadora durante la vigencia de la licencia.

Hecha la difusión pertinente, la convocatoria pública se llevó a cabo en julio de 2006 con la presentación de cuatro empresas interesadas. De ellas, tres cumplían con los requisitos. Dos de las empresas tenían su planta industrial en Santa Fe y la tercera en Santiago del Estero.

Entonces, con la intención de evaluar las presentaciones se creyó conveniente conformar un Comité Evaluador, compuesto por cuatro responsables idóneos que pudieran aportar desde diversas aristas técnicas, con un enfoque multidisciplinario. Para tal fin se incluyó un participante del área de Vinculación Tecnológica, uno del Proyecto Algodón, uno de Ingeniería Rural y finalmente otro del área de Valor Agregado en Origen. De esta forma, luego de analizadas y evaluadas las empresas interesadas, este órgano sugirió al Consejo Directivo del INTA el nombre de una de las empresas. Este último, en consonancia, definió a Dolbi S.A. de la provincia de Santa Fe como la empresa seleccionada para la fabricación y comercialización de la cosechadora de algodón Javiyú.

a) Dolbi S.A., una empresa nacional con trayectoria en el sector algodonero

La empresa seleccionada es una pyme –que dentro del rubro metalmecánico– fabrica y comercializa maquinaria e implementos agrícolas. Esta empresa familiar de capitales netamente argentinos se encuentra radicada en la ciudad de Avellaneda, al noreste de la provincia de Santa Fe –a 322 kilómetros de la capital provincial– en una zona agrícola-ganadera, con importante producción de granos y algodón. Fue fundada en 1962 por los hermanos Humberto y Carlos Dolzani junto con Alberto Bianchi. Primeramente se denominó Dolzani & Cía. S.R.L., pero posteriormente se conformó como sociedad anónima pasándose a llamar Dolbi S.A., fruto de la fusión del término “Dol”, por el apellido Dolzani y “Bi”, por el apellido Bianchi.

Al igual que muchas pymes metalmecánicas de la “Pampa Gringa”, Dolbi comenzó como taller de mantenimiento y reparación de implementos y maquinarias importadas para luego abordar la fabricación de sus primeros productos, de la mano de la pujanza agrícola de los ‘60 y de una política de protección industrial de hecho del mercado interno (Hybel, 2006; Bil, 2013). En sintonía con aquellos años, surgen gran parte de las 850 empresas fabricantes de maquinaria e implementos agrícolas. Actualmente, la mayoría de ellas se ubican en las provincias de Santa Fe (47 %), Córdoba (30 %) y Buenos Aires (20 %), generalmente en localidades pequeñas e intermedias. Este sector industrial –con una fuerte presencia de pymes de capital nacional– genera más de 40.000 empleos directos y 50.000 empleos indirectos, contribuye con un 1.5 % a la producción industrial nacional y se constituye como un sector dinámico de la “ruralidad industrial”, que motoriza a muchas localidades de nuestro país.

Desde su nacimiento en los 60, Dolbi es conducida por diversos miembros de las dos familias fundadoras. Respetando una estructura organizativa familiar, la empresa comenzó con la fabricación de sembradoras, abocándose principalmente a la realidad productiva del norte santafecino. Al igual que otras pymes metalmecánicas, la firma buscó responder a las demandas locales, adecuándose a las condiciones requeridas por sus clientes, que no son solo tecnológicas, sino también de culturas, usos y costumbres. En esta línea, el primer desarrollo exitoso fue una sembradora de algodón, que permitía la utilización de semilla con y sin linter. La flexibilidad de la máquina disparó una demanda acentuada en los usuarios, traccionando las ventas del producto. En igual sentido, el escardillo –que se utilizaba para eliminar mecánicamente las malezas del entresurco de los algodones– se convirtió en otro producto insignia de Dolbi. Este implemento agrícola, además, se constituyó como la primera invención patentada por la firma hacia el 1968. Por lo tanto, con estos productos la empresa llegó a cubrir el 70 % del mercado oferente de máquinas destinada a este tipo de cultivo, con aproximadamente 7.000 unidades vendidas, posicionando a Dolbi como un líder y referente en temas algodoneros.

Figura 26. Planta fabril de Dolbi S.A. en Avellaneda, provincia de Santa Fe.



Además, la empresa contaba con un antecedente lejano en la mecanización de la cosecha del algodón. Hacia 1970 se había encarado la construcción de un prototipo de cosechadora del tipo picker, sin duda un proyecto ambicioso para esos años. Si bien este prototipo fue experimentado en chacras de la zona, no llegó a concretarse como máquina integrada. Sin embargo, servía para demostrar el rol activo de la firma en cuestiones de mejora técnica, característica intrínseca y positiva que Dolbi mantendrá hasta la actualidad.

Hacia 1972, creció la capacidad productiva y la infraestructura de la mano de la expansión de la empresa, con la incorporación de más empleados y la adquisición de un terreno de mayores dimensiones para ubicar la nueva planta industrial de 1.150 m². A la par, Dolbi comenzó a expandir su área comercial a la vecina provincia del Chaco, donde para esa época se sembraba el 56 % del algodón argentino.

Sin embargo, hubo momentos difíciles en la historia de Dolbi, como hacia finales de 1975. Para ese año, la empresa se vio obligada a reducir personal, apalancada por una baja muy importante en las ventas, asociado a una escasa demanda. No obstante, focalizando en la producción de arados –tanto de discos como de reja–, la pyme pudo subsistir y mantenerse en pie, y dos años después realizar su primera exportación hacia Paraguay.

Años más tarde, la capacidad de respuesta de Dolbi se puso a prueba con la adopción de la nueva tecnología de siembra directa, que comenzaba a pisar fuerte en el país, fundamentalmente en cereales y oleaginosas. El paradigma del manejo del suelo comenzaba a cambiar, por lo que la empresa debió de repensar sus desarrollos y responder a estas nuevas necesidades productivas. Impulsada por su gerencia y ejecutada por el departamento de Investigación y Desarrollo de la firma, Dolbi abordó la fabricación de sus primeras sembradoras de siembra directa, logrando equipos de buena aceptación entre sus clientes (productores agropecuarios, contratistas) con altos estándares de calidad. Con estos equipos, la pyme comenzó a participar en diversas muestras, jornadas técnicas, demostraciones dinámicas y charlas, tanto en el país como en el exterior, y a la par en 1997 ampliaba nuevamente su planta fabril.

Pero la crisis argentina de 2001 obstaculizó nuevamente el proceso de producción industrial, generando un impacto económico fuerte en la empresa, que igualmente pudo sostenerse no sin pocos sacrificios. Otra vez el contexto macroeconómico le jugaba una mala pasada a la actividad. Sin embargo, la capacidad empresarial de capear los temporales –redoblando el empuje en épocas

más propicias– permitió a la firma cimentarse robustamente, crecer y aumentar tanto sus productos como sus ventas.

Gracias a esta capacidad, en 2003 Dolbi volvió a ampliar su planta, amparado en parte por las nuevas políticas y los mejores horizontes para la producción agropecuaria e industrial. De esta forma, la planta fabril se extendió en 1.400 m² y se instalaron cabinas para el lavado y el pintado de implementos agrícolas, con la consecuente incorporación de nuevo personal. Pero este esfuerzo brindó sus frutos, ya que debido al incremento en las capacidades de la empresa, la firma santafecina pudo exportar diversos productos a Kazajistán y Venezuela, cumpliendo satisfactoriamente con el desafío autoimpuesto de abrir nuevos mercados.

Resumidamente, para 2006 –año en que Dolbi resulta seleccionada luego de la Convocatoria Pública de la Javiyú– la pyme santafecina disponía de una planta industrial de 7.000 m² dentro de un predio de 3,5 hectáreas, donde despachaba anualmente más de 1.100 toneladas de materias primas derivadas del hierro. También contaba con equipos de alta tecnología, una planta adecuada de trabajadores calificados y un sistema de gestión de calidad propio, basado en normas ISO 9000. Fabricaba y comercializaba una amplia gama de productos: sembradoras para siembra directa (grano fino y grano grueso), fertilizadoras, rolos e implementos de labranza (como subsoladores). Sin embargo, para completar su oferta productiva, le restaba incluir un tipo de maquinaria agrícola: la cosechadora.

Por lo tanto ¿cuáles fueron las razones por las que INTA consideró a Dolbi como la empresa más apropiada?



Contaba con una trayectoria de más de 50 años en la fabricación de maquinarias e implementos agrícolas, específicamente los de algodón.



Se la consideraba una empresa líder y bien posicionada en el sector algodonero, siendo reconocida por los productores agrícolas.



Tenía capacidad productiva para la fabricación de la máquina y capacidad financiera para realizar las inversiones necesarias.



Poseía un extenso conocimiento del mercado y de los productores algodoneros de la región.



Demostraba presencia territorial en el área algodonera, con canales de comercialización ya desarrollados mediante concesionarias oficiales en Santa Fe, Chaco, Santiago del Estero y Formosa. También contaba con servicio de asistencia técnica.

Finalmente se acordaron los términos del licenciamiento de la cosechadora, en noviembre de 2006, avanzando en la firma de un Convenio de Tránsito de Tecnología entre INTA y Dolbi. Este fue rubricado por las autoridades máximas de ambas organizaciones: el ingeniero agrónomo Carlos Cheppi, presidente del Consejo Directivo del INTA y Mario Bianchi, presidente de Dolbi S. A.

Entre las cuestiones acordadas, se incluyó el otorgamiento a Dolbi de una licencia exclusiva para la fabricación y comercialización de la Javiyú en la República Argentina y en todos los países donde el INTA solicite la protección de su invención.

En contrapartida, Dolbi se comprometía a abonar en concepto de regalías el 5 % del valor neto de venta de cada cosechadora comercializada por la empresa, tanto en el país como en el extranjero.

Asimismo, el INTA asistiría a la empresa en cuestiones técnicas, tanto para la fabricación de la

máquina como para la incorporación de futuras modificaciones y mejoras. Esta sinergia permitiría el trabajo en conjunto de ambos equipos técnicos, posibilitando un trasvasamiento de los conocimientos implicados en el proceso constructivo de la cosechadora, sean estos explícitos o tácitos.

Otro ítem interesante de esta formalización estipulaba que Dolbi debía entregar un manual de “Conceptos y metodología de manejo del cultivo de algodón en surcos estrechos”, junto con cada unidad vendida. Como se explicó en páginas anteriores, el nuevo sistema de cultivo en surcos estrechos requería de una cosecha con máquinas *stripper* –como la Javiyú– por ende era crucial difundir acabadamente los conceptos básicos de este nuevo sistema de conducción de cultivo. Mediante la entrega de este pequeño manual metodológico (de autoría del INTA), la transferencia tecnológica era acompañada con la difusión de conocimientos técnicos necesarios para llevar adelante el cultivo y cosecharlo de manera eficiente.

También el convenio incluía una cláusula de uso del logotipo institucional del INTA. En esta quedaba explicitado que tanto en las cosechadoras como en los materiales de publicidad, folletos o artículos que hagan referencia a la Javiyú, debía incluirse el logotipo de INTA junto al de Dolbi, asegurando de esta forma el posicionamiento de la marca INTA, un activo intangible de alto valor.

Además, se estableció por convenio la conformación de un comité coordinador, constituido por seis integrantes: tres del INTA y tres de Dolbi. Este comité debía reunirse de forma ordinaria, por lo menos dos veces al año, a fin de asegurar el cumplimiento de los objetivos del convenio. Sin embargo, entre sus funciones y obligaciones estaban las de controlar el avance de los trabajos, proponer y aprobar mejoras o modificaciones a la máquina, analizar y discutir la estructura de costos de fabricación de la cosechadora etc. Por lo tanto, este órgano específico permitía a las partes relacionarse muy mancomunadamente, tanto en el proceso de transferencia como en el de fabricación y comercialización de la cosechadora.

Finalmente, se incluyeron cláusulas que permitían caducar la licencia en caso de que la empresa no diera pruebas fehacientes de haber iniciado la producción/comercialización de la Javiyú en un plazo de doce meses. Si no mediaban inconvenientes como este u otros incumplimientos, el convenio tendría validez hasta la expiración de la patente de invención, es decir hasta el año 2026.

Por lo tanto, ahora restaban iniciar los trabajos en fábrica. Pero para ello, y como paso previo, fue necesario tender lazos entre INTA y Dolbi mediante un acompañamiento técnico. Esta cooperación, prevista en el convenio, buscó asegurar el éxito de la transferencia tecnológica, permitiendo que la empresa licenciataria disponga de toda la información y los conocimientos necesarios para la fabricación industrial de la máquina. Para tal fin se realizaron reuniones técnicas en la planta industrial de Dolbi, donde participó Orlando Pilatti y el equipo de técnicos del sector de Investigación y Desarrollo de la empresa³⁵. El entendimiento entre los especialistas de ambas organizaciones permitió mejorar la adopción tecnológica, incentivado por un trato casi diario debido a la cercanía geográfica entre la EEA Reconquista y la planta industrial de Dolbi en Avellaneda (no más de 20 kilómetros).

En paralelo, Dolbi comenzó con un proceso de optimización de la cosechadora a la producción industrial³⁶, buscando obtener el modelo industrial de la cosechadora. Este proceso, ligado a un “saber hacer” ingenieril, buscaba la organización dentro de la planta industrial, incluyendo la ela-

³⁵ El área de Investigación y Desarrollo está compuesta por siete integrantes.

³⁶ A. Cerioni, comunicación personal. 28 de abril de 2015.

Figura 27. El ingeniero agrónomo Orlando Pilatti, en la planta industrial de Dolbi.



boración de los planos en forma digital, la logística necesaria para la producción (mano de obra, materiales, medidas etc.) y todos aquellos procesos necesarios para la fabricación del producto.

Sin embargo, la labor de Dolbi no solo quedó allí. Lejos de ser solo un receptor de la tecnología, la pyme tomó un rol activo en este proceso. Amparándose en su conocimiento y su experiencia industrial, los técnicos de la empresa propusieron dos mejoras a la Javiyú. Primero, consideraron más provechoso la inclusión de turbinas de soplado para el transporte del algodón dentro de la máquina. Este cambio implicó la transición de succión a soplado, resultando un aporte superador en el flujo interno del algodón cosechado. Segundo, instrumentaron la mejora del acoplado-tolva que acompaña a la cosechadora. Este acoplado, que sirve de depósito móvil del algodón cosechado, originalmente era estándar. Sin embargo, los responsables de mejoras técnicas de la empresa consideraron más apropiado transformarlo a uno de tipo volcable trasero, y finalmente a uno del tipo volcable lateral. Ambas mejoras, fruto de la experticia de la empresa, fueron propuestas por Dolbi y acompañadas técnicamente por INTA en las reuniones del Comité Coordinador. Posteriormente serían reconocidas como aportes al producto tecnológico, deviniendo en un descuento en las regalías a pagar por parte de la empresa.

En paralelo, y con las primeras máquinas producidas, la empresa inició diversas pruebas de campo. Lo hizo mediante una red de productores agropecuarios muy cercanos, considerados clientes de confianza y hasta clientes-amigos, que fueron los primeros en testear la máquina en sus algodones. Este entramado, conformado tras muchas décadas de trabajo en el sector, se puede considerar como una fortaleza de la firma, que permitió la puesta a punto de las primeras cosechadoras salidas de fábrica. De esta forma, al evaluar el desempeño de las máquinas en situaciones reales de trabajo, se generó un feedback muy interesante entre la realidad productiva y el producto; con la ventaja que ante posibles inconvenientes no se cargue con impactos negativos, dada la cercanía en el trato. Sin embargo, como no existieron inconvenientes mayúsculos y la Javiyú cosechó satisfactoriamente, la pyme pudo salir al mercado con una cosechadora confiable y testeada.

Por lo tanto, la construcción de esta relación simbiótica entre un público y un privado permitió sumar capacidades y experiencias al desarrollo mecánico. Por su parte, el INTA transfirió tanto los conocimientos explícitos como los tácitos, apoyando técnicamente en el proceso de transferencia. En tanto que Dolbi no solo tomó la posta, sino que aportó mejoras importantes a la máquina, a la vez que testeaba su desempeño en condiciones reales de cultivo. Enriquecido por la conjunción de capacidades y saberes, el resultado de esta interacción público-privada fue el logro de una máquina mejorada, superior a la original.

Por lo tanto, ahora restaba producir y comercializar la cosechadora. Inicialmente serían veinte equipos, con perspectivas muy favorables de inserción en el mercado.

b) La cosechadora de algodón de arrastre Javiyú: sus ventajas

Hacia 2007 comienza la producción industrial de la máquina en la planta fabril de Dolbi, en el kilómetro 793 de la Ruta Nacional 11. De esta forma, la cosechadora de algodón –ahora pintada de color rojo– comenzó con su paso firme hacia la preponderancia en los campos de algodón del país.

Como se comentó en páginas anteriores, la Javiyú es arrastrada mediante un tractor agrícola mediano, permitiendo cosechar algodones sembrados en surcos estrechos y con altas densidades. La máquina posee un sistema de extracción de algodón “despojador” o *stripper*, con una plataforma de dedos inclinados, estáticos y de montaje flexible, que permite abarcar un ancho de labor de tres metros, es decir, cosechando hasta tres metros de cultivo por pasada.

Una vez cosechado, el algodón es conducido neumáticamente hacia un equipo limpiador que se encuentra integrado a la unidad de cosecha. Este aparato limpiador, gracias a la acción de cilindros dentados, permite disminuir el contenido de impurezas, separando por un lado los capullos y por otro las brácteas y los restos de tallos.

Figura 28. Javiyú cosechando al suroeste de Reconquista, Santa Fe.



Posteriormente, los capullos son soplados por una corriente de aire hacia el acoplado tolva, que va unido por detrás a la cosechadora formando un tándem, mediante un enganche. Este acoplado-tolva tiene la capacidad para almacenar hasta dos toneladas de algodón, contando además con barandillas altas y techo para evitar que el viento impulse a los capullos fuera del remolque. Final-

mente, para la acción de descarga, el acoplado posee un sistema de vuelco hidráulico y de apertura automática de puertas, que permite descargar el algodón cosechado en la cabecera del lote.

En síntesis, el equipo cosechador se compone de tractor, la cosechadora y el acoplado tolva o jaula, y requiere del trabajo de un tractorista para conducir el equipo.

¿Qué ventajas tiene la cosechadora Javiyú?



El costo operativo es muy bajo

Esta es la característica más distintiva de la Javiyú. Al tratarse de una máquina traccionada, el costo de cosecha está más relacionado al tractor (gasoil) que a la cosechadora en sí. Por ello, su costo operativo es significativamente menor a cualquier otro tipo de cosechadoras o método de cosecha. En esta línea, experiencias realizadas tanto en Chaco como en Santa Fe determinaron que el costo de cosecha con una máquina autopropulsada de tipo picker equivalía al 24 % del costo de producción, mientras que si se utilizaba la Javiyú este descendía significativamente hasta el 9 % (Elena et al., 2008).

Si bien no existen datos actualizados, algunos profesionales estiman un costo por tonelada cosechada de 15 dólares, siendo este un valor comparativamente menor al de otras alternativas de cosecha. “Lo cierto es que este costo tendió a aplanarse con la Javiyú”, permitiendo impactar fuertemente en la rentabilidad obtenida por el usuario de la máquina, que lograba mayores beneficios económicos: cosechaba algodones en surco estrecho con mayores rindes potenciales y lo hacía con menor costo operativo. Incluso en situaciones hipotéticas de bajos rendimientos, por ejemplo ante alguna adversidad climática o en cultivos en zonas marginales, la cosecha tenía un costo tan exiguo que igualmente hacía viable la labor, permitiendo capturar renta sobre el cultivo. Por lo tanto, la Javiyú es la máquina con menores costos operativos del mercado, permitiendo capitalizar esta ventaja en beneficios económicos para los productores que sembraban en surco estrecho y cosechaban con maquinaria *stripper*.



Su costo de adquisición es bajo

El desarrollo de la Javiyú buscó aportar soluciones tecnológicas a escalas de producción pequeñas y medianas. Por ello, uno de los objetivos era llegar al mercado con equipos cosechadores a precio adecuado, para que estos segmentos productivos puedan acceder ya sea individualmente o de forma asociativa. Al año 2015, el costo total de adquisición se ubicaba cerca de los \$ 450.000.



Cosecha eficientemente el algodón

En condiciones adecuadas del cultivo, la máquina cosecha más del 95 % del algodón presente en las planta y nunca menos del 90 %. Esto la convierte en una cosechadora muy eficiente, con pocas pérdidas de cosecha. Incluso lo es en condiciones muy malas de cultivo, como algodones pasados, helados, con desprendimiento de capullos, etc. donde una picker tendría pérdidas de cosechas cercanas al 20 %. Con respecto a su capacidad de cosecha, si bien fue desarrollada pensando en algodones de surcos estrechos o ultraestrechos, es apta para cosechar cultivos con variadas distancias entre líneas –inclusive surcos convencionales– a condición de que el suelo sea plano.



No afecta la calidad intrínseca de la fibra de algodón

Si bien la Javiyú posee un equipo de limpieza, el algodón cosechado por la máquina tiende a presentar mayores porcentajes de impurezas si se lo compara con algodones cosechados con má-

quinas picker. Sin embargo, la calidad de la fibra obtenida no varía entre los sistemas, no existiendo diferencias en cuanto a la comercialización de esta (Ingaramo y Tarrago, 2012).



Es robusta, con mantenimiento mecánico simple y económico

Como anteriormente se detalló, la cosechadora nació fuera del paradigma dominante de máquinas grandes, automotrices y con sistemas complejos. Desde sus inicios, la Javiyú se pensó como una cosechadora simple, con sólida mecánica tradicional y robusta. Estas características le permiten reparaciones fáciles y económicas en caso de necesitarlas, incluso en el campo mismo. Inclusive sus repuestos son nacionales y de fácil adquisición dentro de la red de asistencia técnica de Dolbi.



Requiere tractores de poca potencia

Esta máquina fue diseñada pensando en diversos actores productivos, con diferente dotación de recursos. Sin embargo, la necesidad de contar con un tractor para traccionar la Javiyú los unificaba. Por ello, se trató que la cosechadora se amolde lo más ampliamente posible al universo de adoptantes. Es decir, se buscó que la máquina le requiera al tractor una potencia lo suficientemente menor, de tal forma que la mayoría de los productores la puedan utilizar con un tractor común. Cumplido ese objetivo, actualmente la Javiyú requiere para su funcionamiento un tractor agrícola común, con una potencia mínima de 60 HP, con toma de fuerza y acoples hidráulicos.



Por ser liviana permite cosechar en lotes con falta de piso

La Javiyú es una cosechadora liviana, con una masa de 2.450 kilogramos. A diferencia de las cosechadoras picker, que pueden llegar a pesar más de 30 toneladas, la Javiyú se le anima a terrenos donde otras temen quedar encajadas. Esta ventaja, que quizás suene curiosa, permitió ampliar la frontera agrícola hacia zonas donde tradicionalmente no se hacía agricultura, como los bajos submeridionales del norte santafecino. La liviandad de la cosechadora permitió bajar los riesgos de cosechar en suelos bajos o inundables.



Cosecha a buen ritmo

La cosechadora tiene una velocidad de avance recomendada de 3 a 7 km/h, según las condiciones del cultivo. Esto deviene en una capacidad de cosecha de entre 5 y 8 hectáreas por día, pudiendo cosechar una tonelada de algodón en solo 20 minutos.



Es simple de operar

La simpleza de operación es otra característica interesante de la máquina, dado que no posee sistemas electrónicos complejos. Respetando las regulaciones normales y la velocidad de avance, el tractorista puede llevar adelante la labor de cosecha con éxito.

Figura 29. Transporte en ruta de la Javiyú.



a) El paquete tecnológico

En estos últimos años, el sector algodonero nacional vivió cambios muy profundos, reconfigurando su realidad productiva y la de sus actores intervinientes. Luego del descenso pronunciado asociado a la crisis algodonera, el sector mejoró notablemente su realidad, permitiendo al país reencontrarse nuevamente como un productor importante de algodón. Sin embargo, es indispensable definir el paquete o propuesta tecnológica que permitió revertir la tendencia negativa del cultivo del algodón. Los componentes de este se presentan en la figura a continuación.

Figura 30. Paquete tecnológico y sus componentes.



Este conjunto de tecnologías de procesos, de insumos agrícolas y de manejos agronómicos comenzó a imponerse entre sus usuarios a fuerza de beneficios, preponderando dentro del sistema productivo. Por lo tanto, es necesario analizar cómo cada uno de estos componentes se fue articulando con los otros hasta converger en un paquete tecnológico.



Siembra directa

En los últimos años, acompañando el avance del surco estrecho, en la región algodonera comienza a difundirse el sistema de siembra directa, que ya era mayoritariamente utilizado en la pampa húmeda para cereales y oleaginosas. La siembra directa aparece como una alternativa sustentable para la protección del suelo, evitando la remoción continua y protegiendo a este con una cobertura de rastrojo. Asimismo, esta tecnología de procesos busca en alguna medida incluir al algodón dentro de un esquema de rotaciones, donde participa junto a la soja, al maíz y al sorgo, brindándole sustentabilidad al manejo. Si bien no se encuentran datos actualizados, y muchos productores continúan bajo esquemas tradicionales con roturación de suelos, algunos especialistas hablan de que más del 50 % del área algodonera se trabaja con planteos de directa, sobre todo entre medianos y grandes productores. De esta forma, la siembra directa se fue alineando junto con los otros componentes del paquete, básicamente de la mano de los surcos estrechos, ganando adeptos.



Variedades genéticamente modificadas

El segundo componente del paquete fue una tecnología que jugó fuerte en el cultivo del algodón: la incorporación vía transgénesis de eventos que otorgaban tolerancia a herbicidas y resistencia a insectos. De esta forma, la semilla genéticamente modificada (GM) o semilla transgénica desembarcó en el país hacia finales de los 90, junto con el ingreso de capitales.

Estos eventos de transformación genética, todos de origen foráneo, fueron introgresados dentro de materiales tanto locales como extranjeros, iniciando una etapa de primacía de los algodones GM por sobre los materiales convencionales. De esta manera, los materiales mejorados del INTA, carentes de eventos, pasaron de significar el 100 % de los algodones producidos en Argentina a ubicarse en niveles mínimos.

Específicamente hablando de algodón, hacia 1998 se liberó comercialmente el evento resistente a Lepidópteros (Bt), en 2001 el tolerante al herbicida glifosato (RR) y hacia 2009 el apilado entre ambos. Más recientemente, en 2015, se desreguló el cuarto algodón transgénico con tolerancia a los herbicidas glufosinato de amonio y glifosato.

Las variedades GM tienden a mejorar las prácticas relacionadas con el control de plagas y malezas, simplificando muchas de las labores culturales que hacían del cultivo del algodón un cultivo que requería mucha atención (Delssin, 2011; Paytas, 2013). Por lo tanto, no es de extrañar que la tasa de adopción de las variedades GM de algodón en Argentina fuese exponencial, implicando el 90 % de la superficie implantada para la campaña 2007/2008, alcanzando casi el 100 % para la campaña 2010/2011, manteniéndose en ese nivel hasta la actualidad (Sztulwark, 2012).



Cosecha Stripper

La cosecha mecánica con maquinaria *stripper* se constituyó como un componente fundamental del que luego llamaríamos paquete tecnológico. La importancia de este componente deriva en que posibilitó la cosecha de algodones en surcos estrechos. La mayor disponibilidad de maquinaria *stripper*, fundamentalmente con la aparición de la Javiyú, permitió una adopción muy intensa del sistema de siembra en surcos estrechos. También aportan a este proceso, en el mismo sentido, las cosechadoras automotrices picker reconvertidas y la aparición posterior de otras máquinas *stripper* nacionales, tanto de arrastre como autopropulsadas⁴⁴. Lo interesante es que fruto de esta reconfiguración, los especialistas hablan que al año 2015 cerca del 70 % del algodón argentino fue cosechado con maquinaria *stripper*⁴⁵, considerándose un cambio tecnológico muy sustancial.



Sistema de siembra en surcos estrechos

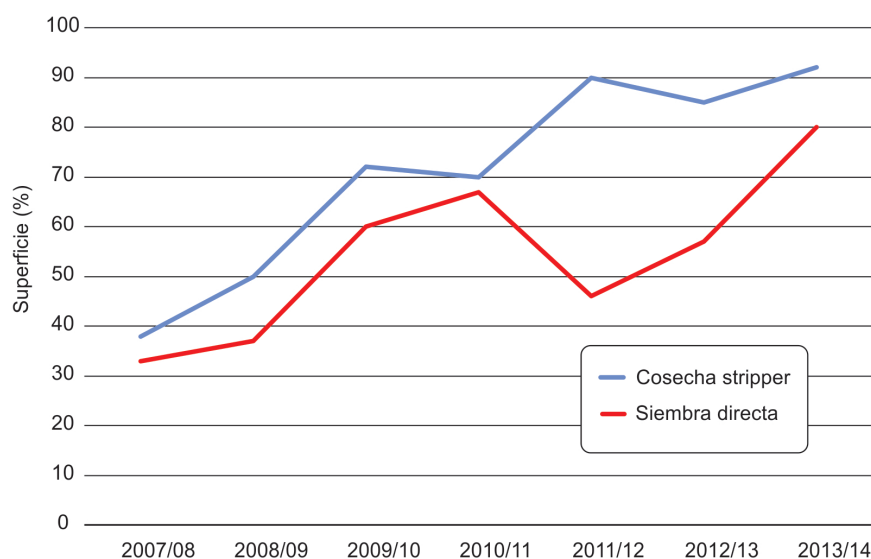
Como se comentó antes, posibilitado por la nueva disponibilidad de máquinas *stripper* y principalmente por la Javiyú, el sistema de siembra en surcos estrechos fue adoptado muy velozmente en toda la región algodonera. La Figura 31 a continuación muestra datos para la provincia de Santa

⁴⁴ Por ejemplo, la firma chaqueña Establecimientos Metalúrgicos Auros S.R.L. de Presidencia Roque Sáenz Peña fabrica y comercializa una cosechadora *stripper* de arrastre denominada EMA-S-1430 B, o la firma Argento Cosechadoras, de Villa Ángela, que fabrica autopropulsadas *stripper*. También existen otras firmas que fabrican cabezales para *stripper*, como por ejemplo Gerardo Wouchuk y Metalúrgica Doval, ambas de Chaco.

⁴⁵ E. Delssin, comunicación personal. 28 de abril de 2015.

Fe. De esta se desprende que en solo siete campañas agrícolas (del 2008 al 2014) la superficie santafecina sembrada con surcos estrechos aumentó más que el doble, llegando a casi un 90 % de la superficie provincial.

Figura 31. Evolución de la superficie cosechada con maquinaria *stripper* (surco estrecho) y superficie trabajada en planteos de siembra directa para la provincia de Santa Fe, en el periodo 2007-2014.



Fuente: Elaboración propia con datos de APPA (Publicación Anual 2013/2014).

En cuanto a las otras provincias involucradas, actualmente Santiago del Estero presenta porcentajes de adopción del 85 %⁴⁶, mientras que en Chaco y Formosa el porcentaje se acercaba al 67 %, según datos de la campaña 2011 (Simón, 2015). Si bien es cierto que esta nueva estrategia de cultivo no fue adoptada con igual intensidad en todas las provincias aldonereras, se puede afirmar que el 70 % de la superficie nacional se siembra actualmente en surcos estrechos, considerándose este un valor muy elevado.

En relativamente pocos años, esta nueva estrategia tuvo niveles de adopción muy altos, propiciado tanto por sus ventajas productivas y económicas como por el empuje difusor de los extensionistas del INTA, de las Universidades, de otras organizaciones como APPA, de los Ministerios de la Producción provinciales, del ámbito privado, etc. El sistema, fácticamente ejecutado por los productores aldoneros, permite considerar a la Argentina como pionera a nivel mundial en el desarrollo y puesta a punto de esta tecnología de manejo del algodón.

Por lo tanto, en los últimos años el sector vivió una reconfiguración, tendiendo hacia la adopción de un paquete tecnológico para el cultivo. Pero, ¿cómo actuó este paquete sobre el sistema productivo?

⁴⁶ M. Mondino, comunicación personal. 20 de mayo de 2015.

En líneas generales, esta nueva propuesta tecnológica conformada por el sistema de siembra en surcos estrechos y alta densidad, en planteos de siembra directa y con la utilización de variedades genéticamente modificadas permitió aumentos de rendimiento del cultivo, en algunos casos mayores al 20 %. Si bien este sistema requería cosecha mecanizada con maquinaria *stripper*, con el desarrollo, transferencia tecnológica, fabricación y posterior comercialización de la Javiyú, muchos sectores productivos que no tenían acceso a máquinas reconvertidas pudieron disponer de cosechadoras. En general, la cosecha *stripper* les permitió adoptar la nueva estrategia de conducción del cultivo y producir más kilos de producto en igual superficie. Y fundamentalmente les permitió cosechar esos algodones con un costo operativo verdaderamente muy inferior a cualquier otra máquina del mercado.

De esta forma, la mejora en la producción y la disminución en los costos de cosecha implicaron directamente una ganancia en el beneficio económico de los adoptantes del sistema, incluso contabilizando un mayor uso de semilla por el aumento de la densidad de siembra. Este aumento en la rentabilidad del cultivo de algodón inyectó competitividad al textil, más aún aliándose con los precios crecientes de la fibra. Y la cuestión no quedó allí. La nueva estrategia agronómica ganaba en simplicidad, sobre todo con lo referido al manejo de plagas⁴⁷ y malezas. Si bien también requería de otras prácticas necesarias como la regulación del cultivo, mayor limpieza a cosecha, etc., permitía al algodón descontar distancia con el paquete tecnológico de la soja, cultivo oleaginoso que tanto avance había tenido en la región luego de la crisis aldononera. Ahondando en el tema, muy posiblemente el nuevo paquete tecnológico para el algodón haya disminuido la asimetría con respecto a la soja, simplificando el manejo del cultivo. Esto generó que un grupo no menor de productores consideren nuevamente viable la siembra del textil, impulsando los aumentos en el área destinada al cultivo. Si bien es cierto que en la región aldononera la producción de soja continuó muy asentada⁴⁸ (como se puede ver en la Figura 7 de la página 20), el algodón recuperó posiciones, achicando esa diferencia tan fuerte de poscrisis aldononera.

El INTA, como institución, jugó un papel determinante en este proceso, aportándole al paquete tecnológico dos componentes fundamentales: el sistema de siembra en surcos estrechos y la cosechadora de algodón de arrastre Javiyú, que amplió notablemente la cosecha *stripper* en el país.

b) De producto tecnológico a innovación productiva

Desde ciertos enfoques, se considera que existe una innovación cuando el producto recibe una respuesta positiva por parte del mercado, ya que es valorado y adquirido por los clientes (en este caso productores aldononeros, contratistas, cooperativas, etc.). Amparándonos en esta terminología, y teniendo en cuenta que para el año 2007 Dolbi comenzó con la producción industrial de la cosechadora, la Javiyú empezó su historial comercial convirtiéndose en una innovación de producto.

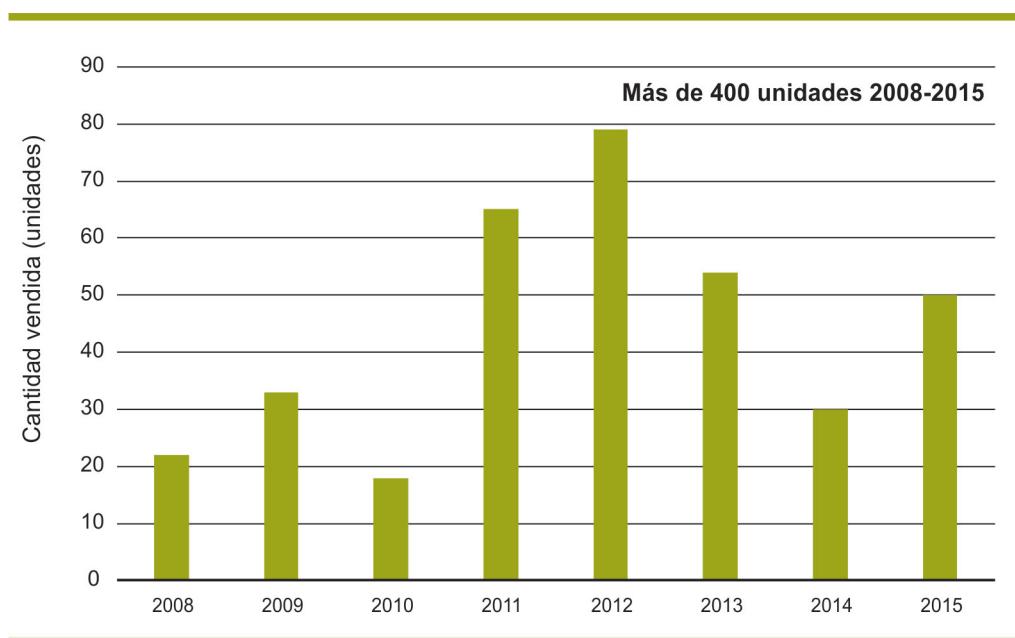
Como se puede apreciar en la Figura 32, las ventas de la máquina se iniciaron muy rápidamente. Esto corroboró el diagnóstico inicial, asociado al faltante de maquinarias de estas características para amplios segmentos productivos, a la vez que explicitó lo contundente de esa demanda.

⁴⁷ Se refiere al control de Lepidópteros por los materiales GM (Bt), no al control de picudo del aldononero.

⁴⁸ Incluso lo fue a pesar de la menor tolerancia de la soja frente a situaciones de sequía, bastante comunes en la región aldononera. En este sentido, el algodón tolera mejor el estrés hídrico.

Para fines del año 2008, la empresa había vendido 22 unidades. A partir de allí, las ventas comenzaron a acumularse, aunque con variabilidad interanual, incluyendo picos de hasta 80 máquinas anuales. En este sentido, los datos numéricos obtenidos son impresionantes. En un periodo no mayor a ocho años desde su debut comercial, Dolbi fabricó y comercializó más de 400 cosechadoras Javiyú, resultando una cantidad verdaderamente significativa de unidades. Fue un éxito comercial y productivo, con un total de ventas por más de \$ 49.000.000 durante el periodo 2007-2015.

Figura 32. Evolución de las ventas de la cosechadora Javiyú para el periodo 2008-2015.



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema Integrado de Gestión de Convenios del INTA.

Aunque originalmente la cosechadora fue pensada para pequeños y medianos productores, no solo estos segmentos se inclinaron por las bondades de la máquina. Muchos agricultores con mayores superficies optaron por la cosechadora, algunos de ellos utilizando dos o más cosechadoras en simultáneo. También diversos contratistas adquirieron varias unidades para ofrecer servicios de cosecha, empujados por el aún actual déficit de maquinaria⁴⁹. Trabajadas por contratistas, se conocen casos de verdaderos récords con Javiyús que han levantado cerca de 1.000 toneladas por campaña, incluso muchos meses después del periodo recomendado de cosecha⁵⁰. Por lo tanto, este éxito comercial se explica mayoritariamente por la adquisición de pequeños y medianos productores, aunque no exclusivamente.

Aquí también APPA fue un partícipe muy activo. Esta asociación civil creada hacia el año 2000, que tiene como fin promover la producción del algodón en la provincia de Santa Fe y está integrada por sectores vinculados a la cadena algodonera, había financiado la mitad del primer prototipo de

⁴⁹ Al 2015, con superficies cercanas a las 500.000 ha, el déficit global de cosechadoras continúa existiendo. En un principio, según distintos cálculos, el mercado objetivo para cubrir con la máquina Javiyú ascendía a 1.000 unidades. (Al año 2015 se han comercializado 400 unidades).

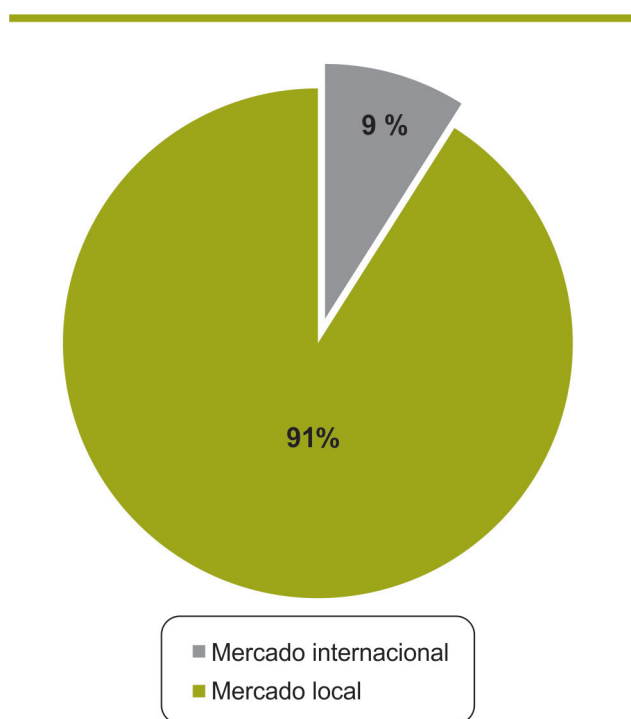
⁵⁰ El periodo recomendado de cosecha sería marzo-abril-mayo, pero lo cierto es que por el citado déficit, muchas veces la labor de cosecha continúa hasta agosto y septiembre.

la Javiyú, allá por el 2006. Con ese voto de confianza, más el presupuesto interno de INTA, la construcción del primer modelo de la futura Javiyú había sido posible.

También esta asociación había apoyado firmemente el nuevo sistema de siembra en surcos estrechos (con diversas acciones tendientes a su difusión y adopción) y había contribuido para lograr el apoyo de las provincias algodoneras al desarrollo de la Javiyú. Por lo tanto, ante el ingreso al mercado de la cosechadora, APPA no dudó en continuar empujando el proyecto. A fin de suplir el déficit de cosechadoras e impulsar la recuperación del área sembrada, otorgó financiamiento para la compra de cosechadoras Javiyú⁵¹. De esta manera, 36 productores santafecinos pudieron adquirir la máquina, con un plazo de pago de cinco años en la mayoría de los casos y con montos financiados de hasta el 75 % del valor de factura⁵². Este crédito resultaba muy conveniente para el productor, fijando las cuotas en valor del producto cosechado. Por lo tanto, esta política activa de APPA permitió que muchos productores pequeños y medianos se sumaran a los beneficios del surco estrecho y mecanicen su cosecha, ampliando la producción local de fibra, uno de los objetivos de la organización. Sin duda, el respaldo institucional de APPA al proyecto fue un determinante en el éxito de la cosechadora.

En cuanto a las ventas totales de la Javiyú, si bien la mayor parte fue hecha sobre suelo nacional, la Figura 33 a continuación permite comprender que el fenómeno no se limitó al ámbito local, constituyéndose en una innovación de producto también en tierras extranjeras. Con su empuje característico, Dolbi publicitó, ofreció y tomó un rol activo en búsqueda de la internacionalización de parte de su producción, utilizando diversos canales de venta.

Figura 33. Mercado de destino para las cosechadoras Javiyú vendidas en el periodo 2008-2015.



Fuente: Elaboración propia con datos de Dolbi S.A.

⁵¹ APPA ejecuta tantos fondos nacionales y provinciales, como por ejemplo del Fondo Nacional Algodonero (Ley 26.060/15)

⁵² C. Muchut, comunicación personal. 1 de mayo de 2015.

Sin embargo, es importante remarcar que las ventas al exterior tenían una complejidad extra: como se comentó en páginas anteriores, la máquina se utiliza para cosechar algodones en surcos estrechos, sistema de siembra endémico de Argentina. En contraposición, en la mayoría de las regiones algodonereras del mundo, el sistema continúa siendo el convencional (es decir, a surcos distanciados) y en muchos casos con cosecha manual. Por ende, para que la máquina pueda desempeñarse –pongamos en caso en Turquía– Dolbi e INTA debían acercar la propuesta tecnológica a ese país. Esto requería un plus para la exportación ya que no solo se transfería la máquina, sino que también se hacía lo mismo con el sistema de siembra. Por esa razón, técnicos de ambas organizaciones viajaron a diversos países con el objeto de realizar capacitaciones de uso de la máquina y de manejo de los algodones, requisitos necesarios para exportación de las maquinarias.

No obstante, a pesar de la complejidad de la tarea y de las disímiles condiciones productivas, la máquina argentina cosechó satisfactoriamente en el exterior, por lo que las gestiones no tardaron en dar sus frutos. Gracias a la adecuada relación costo/beneficio de la cosechadora, la pyme argentina llegó a exportar un total de 34 cosechadoras: 20 unidades a Turquía, Paraguay, Brasil, Colombia y Venezuela. Además existieron tratativas con otros países como Sudán, Irán y China . Por lo tanto, las colocaciones de cosechadoras en el extranjero representaron el 9 % de las ventas totales de la Javiyú, volumen que posiblemente en los próximos años pueda aumentar.

Sin ahondar en el tema, es interesante remarcar que las ventas de esta cosechadora al exterior representan ingresos genuinos de divisas al país, devienen en exportación de trabajo y diseño “Made in Argentina”, y posibilitan la apertura de nuevos mercados para las empresas nacionales. Por lo tanto, es menester de un Estado presente incentivar estos procesos.

Figura 34. Fila de cosechadoras Javiyú con su acoplado, en espera para su entrega en la planta industrial de Dolbi, durante 2015.



Continuando con la descripción de esta articulación público-privada, Dolbi, la empresa licenciataria de la Javiyú, decidió apostar fuerte. Fundamentalmente incentivada por la creciente demanda de la máquina, la pyme santafecina aumentó su capacidad productiva, por lo que realizó importantes inversiones. Por ejemplo, avanzó en la ampliación de la planta fabril, construyendo más naves llegando a los 13.000 m² cubiertos al año 2015. Este crecimiento significó un aumento del 85 % de la capacidad instalada a 2006. También, buscando la mejora en el proceso de fabricación, la firma invirtió en la compra de modernas maquinarias –como por ejemplo un robot específico para soldadura⁵⁴ – que permitió el logro de mayores estándares de calidad en los productos de la empresa.

De esta manera, en paralelo al aumento de la producción y las ventas, la empresa debió incorporar más trabajadores, fundamentalmente permanentes. Sin embargo, en algunos picos de demanda se procedió a contratar personal temporario, básicamente para la línea de producción. En este sentido, actualmente la pyme emplea a 90 trabajadores, de los cuales 70 se encuentran desempeñando labores en la planta industrial. Los restantes se dividen entre el sector administrativo, el área de Investigación y Desarrollo, el área de Ventas y la Gerencia de la firma.

Gracias al vínculo público-privado, Dolbi pudo dar un salto productivo muy interesante con la Javiyú, generando valor local, ganando en capacidad industrial y en ventas. Además, amplió su presencia en el mercado nacional de maquinaria agrícola y se posicionó en el exterior como una firma exportadora. La pyme también tendió a equilibrar su curva de producción, gracias a la inclusión de un eslabón faltante –la cosechadora– en la gama de sus productos para algodón, aumentando la sostenibilidad económica de la empresa en el tiempo. De esta forma, con el riesgo empresarial a cuestas, pero con los méritos productivos y comerciales en su haber, la pyme santafecina pudo crecer y ofrecer en el mercado esta excelente cosechadora argentina, un producto de calidad y a un costo de adquisición muy asequible. La Javiyú era su “caballito de batalla”.

Sin irse por las ramas, es interesante recalcar los impactos positivos que se logran cuando una empresa comienza a producir en una espiral virtuosa, sobre todo en las localidades tan ligadas a lo agroindustrial, como es el caso de Avellaneda y Reconquista. Los puestos laborales directamente generados, muchos de ellos de alta calificación, se conforman en un capital muy importante para lo local, permitiendo el sustento y el crecimiento de muchas familias.

Y a la par, Dolbi como muchas otras pymes, generan puestos laborales indirectos, sustentando a una amplia red de empresas relacionadas y de particulares que conforman la cadena de valor, que interactúan ofreciendo diversos productos y servicios (materias primas, agropartes, neumáticos, servicio de transporte, de limpieza, de pintado etc.). Todo este entramado presenta un relacionamiento económico muy dinámico, que es muy visible en las localidades pequeñas e intermedias.

Sin embargo dada la escala, este proceso es dual: son visibles tanto los virtuosismos en las épocas de abundancia como las quietudes en los tiempos de carencias. Por lo tanto, es menester de un Estado presente y emprendedor acompañar a este tipo de empresas –tan integradas con lo territorial– como medio para impulsar el crecimiento y el desarrollo local. En este caso, mediante el desarrollo tecnológico y la articulación público-privada, el Estado empujó tanto directa como indirectamente el desarrollo territorial, creando oportunidades y direccionando el cambio productivo.

Sin embargo, resulta interesante incluir ciertas tendencias más macro, que tanto linealmente como indirectamente influyen en los procesos productivos, comerciales y económicos. Se debe tener en cuenta que durante los últimos años del periodo analizado en este trabajo, existió un tipo de

⁵⁴ A. Muchut, comunicación personal. 28 de abril de 2015.

cambio competitivo acompañado por una continuidad en la política estatal para la protección de la industria nacional, en este caso en el rubro de la maquinaria agrícola.

Las medidas, algunas iniciadas en los primeros años del nuevo siglo, buscaban proteger el mercado interno del ingreso de maquinaria importada y a la vez incentivar la producción y el consumo de productos locales⁵⁵, tratando –por lo menos teóricamente– de elevar el componente nacional de las agropartes e incentivar de algún modo la exportación. Si bien no existe una cosechadora importada que actúe como sucedáneo de la Javiyú (tanto por su valor monetario como por su nivel tecnológico), el contexto de resguardo industrial favoreció a la producción nacional. En este marco, y acompañado de un repunte importante de la actividad algodonera, la producción industrial y la venta de unidades de la Javiyú se vieron favorecidas.

Esta situación es interesante de analizar ya que permite comparar dos desenlaces diferentes, pero con un factor común: dos cosechadoras de algodón desarrolladas por el Grupo de Desarrollos Mecánicos de la EEA Reconquista del INTA. Ambas fueron la Sapucay y la Javiyú. A pesar de que ambas cosechadoras compartían la voz guaraní para sus nombres, no compartieron el entorno macroeconómico en el cual buscaron ingresar al mercado. Mientras la Javiyú lo hizo en un entorno más amigable desde el punto de vista económico, productivo y comercial, la Sapucay tuvo la mala fortuna de dar sus primeros pasos en la etapa de crisis algodonera, con total desprotección, donde la industria nacional competía en clara desventaja⁵⁶ con los productos importados. Este marco negativo hizo tambalear a la Sapucay que, como anteriormente se comentó, era un desarrollo muy interesante para su época.

Tampoco ambas máquinas compartían el tipo de empresa licenciataria, ni su experiencia, su posicionamiento, su empuje, su capacidad productiva y comercial. Claramente en este punto existió un aprendizaje institucional, específicamente del área de Vinculación Tecnológica de la institución. Las experiencias institucionales de más de 25 años, con convenios de por medio, permitieron al área ir acumulando conocimiento sobre como transferir desarrollos tecnológicos. La protección, la convocatoria, la negociación del contrato, el cobro de regalías y el fortalecimiento del vínculo con el privado pasaron por esta área, posicionándose como un sector determinante para que las tecnologías apropiables del INTA impacten positivamente en el sector productivo. Por estas cuestiones, a diferencia de la Sapucay, la Javiyú fue todo un éxito técnico, industrial y comercial.

Sin duda, a fuerza de difusión, de promoción, de ventas y sobre todo de los beneficios derivados del uso de la máquina –tanto económicos como técnicos– el INTA, Dolbi y la misma Javiyú se posicionaron a la vanguardia en la cosecha de algodón, tanto en Argentina como en diversos países del mundo. De la mano de esta innovación, el sistema de surco estrecho se afianzó y comenzó a preponderar entre las estrategias de conducción del algodón en Argentina. La cantidad de unidades vendidas se relaciona directamente con este proceso, constituyendo la Javiyú el 50 % del parque cosechador en el país, aproximadamente. Actualmente, y según estimaciones de profesionales del INTA, solo la Javiyú cosecha más del 40 % de algodón cultivado en Argentina⁵⁷, resultando una participación de mercado verdaderamente importante. Incluso llama la atención la velocidad de este cambio tecnológico, de tan solo ocho campañas agrícolas. Por ello, sin exagerar, estos números dan

⁵⁵ Entre algunas de ellas, se pueden nombrar la suba de aranceles para bienes de capital importados, las Declaraciones Juradas Anticipadas de Importación, un régimen de Bonos de Bienes de Capital (del 14 %) para incentivo de los productores locales de estos bienes, créditos para compra de maquinaria, bonificaciones, etc.

⁵⁶ No existía ninguna barrera al ingreso de maquinaria importada, como fue el caso anteriormente comentado del ingreso de más de 1.000 cosechadoras automotrices de origen norteamericano.

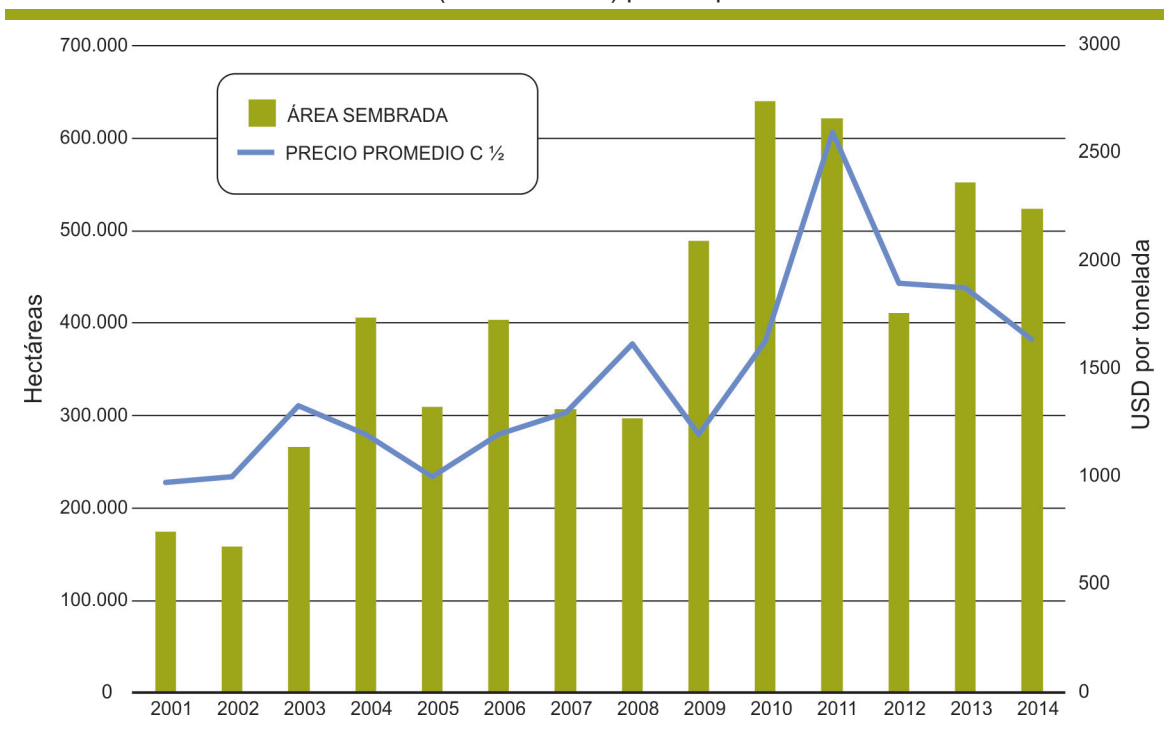
⁵⁷ E. Delssin y G. Lacelli, comunicación personal. 28 de abril de 2015.

sustento a la siguiente afirmación: la Javiyú es el caso de desarrollo más importante en maquinaria agrícola empujado desde el sector público argentino.

c) Impactos en el sistema productivo

De la mano del nuevo paquete tecnológico, el cultivo volvió a considerarse una opción viable para muchos productores agrícolas. A la par, este proceso fue acompañado por un aumento en los precios del textil a nivel mundial, con un alza muy fuerte hacia el año 2011. Por lo tanto, luego de la debacle algodонера, la superficie sembrada comenzó a repuntar, poco a poco, hasta llegar a niveles importantes hacia 2009 (Figura 35). Para ese año, el área destinada alcanzó las 500.000 hectáreas, acercándose a la media histórica para el periodo 1949-2000, de 533.145 hectáreas, ubicándose en superficies “normales” de siembra. Para 2009, de esas 500.000 hectáreas, el 65 % eran sembradas con surcos estrechos y cosechadas con maquinaria *stripper*, reflejando la gran capacidad intrínseca de los productores argentinos para adaptarse a los cambios y absorber las mejoras tecnológicas. Este avance fue muy importante para el sector en su conjunto, que campaña tras campaña, comenzó a resurgir del fondo del pozo.

Figura 35. Argentina: evolución del área sembrada con algodón y precio de la fibra de algodón mercado interno (Calidad “C ½”) para el periodo 2001-2014.



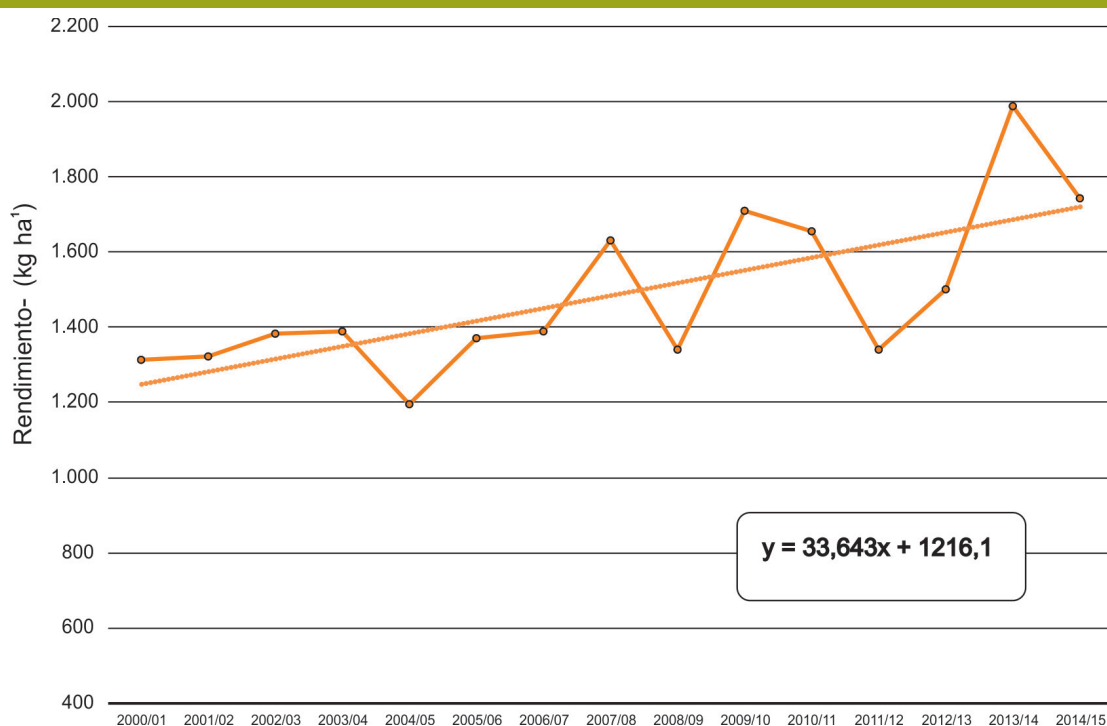
Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA) e Indexmundi.

En este sentido y reforzando lo antedicho, el aumento del área de siembra fue cubierto mayoritariamente por la Javiyú⁵⁸, que permitió contraer el déficit de equipos cosechadores. Sin duda, no hubiese sido posible incrementar el área nacional del cultivo sin mediar esta herramienta de cosecha.

⁵⁸ C. Muchut, comunicación personal. 1 de mayo de 2015.

En cuanto a los rendimientos, para el periodo 2000-2015 estos tendieron a crecer, aunque con oscilaciones entre campañas, como bien se aprecia en la Figura 36. El incremento medio anual fue cercano a los 27,60 kg/ha/año para los primeros años del nuevo siglo, que fue sustantivamente mayor en comparación con la serie de los últimos cincuenta años del siglo XX (Delssin, 2013). Esta ganancia de rinde se explicaría por el creciente uso del paquete tecnológico (algodón en surcos estrechos, cosecha *stripper*, siembra directa y variedades GM).

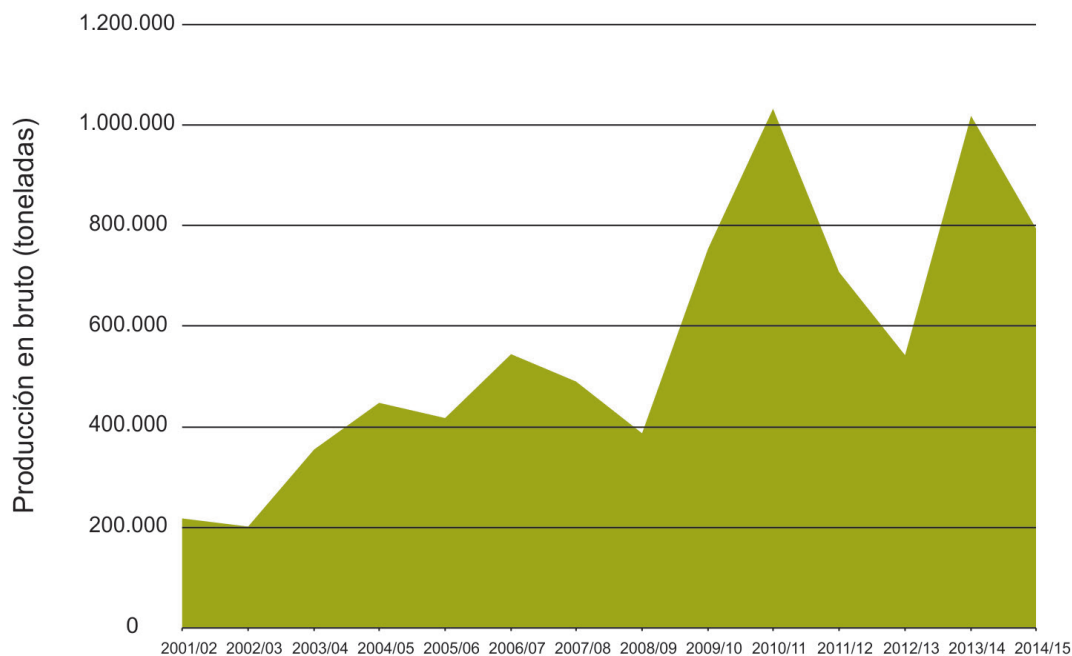
Figura 36. Argentina: evolución del rendimiento del cultivo del algodón en kilogramos de algodón en bruto por hectárea para el periodo 2000-2015.



Fuente: Elaboración propia según datos del Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA). Se incluye línea de tendencia y ecuación.

Por lo tanto, el sector primario reconsideraba al cultivo como una actividad viable, le asignaba un área creciente de siembra y a la par obtenía mayor rinde por unidad de superficie. En consecuencia, los niveles de producción de algodón crecieron significativamente, sobre todo a partir de la campaña 2009/2010, como queda reflejado en la Figura 37, con picos de más de un millón de toneladas para las campañas 2010/2011 y 2013/2014.

Figura 37. Argentina: producción total de algodón en bruto para el periodo 2001-2014.



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA).

Sin lugar a duda, la mejora en las variables del cultivo permitió ampliar la oferta algodonera: Argentina volvía a producir mucho algodón, permitiendo trasladar los beneficios a los eslabones subsiguientes de la cadena textil.

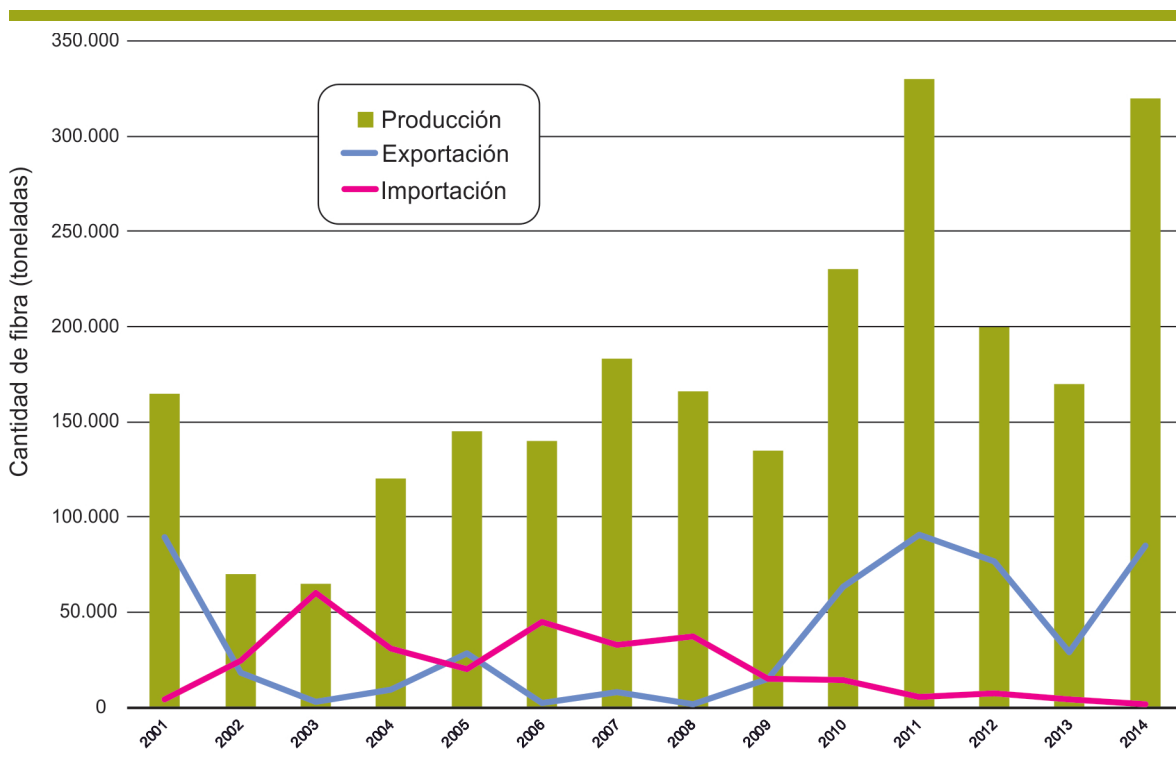
Primeramente, esto posibilitó un creciente abastecimiento del sector desmotador, que había sufrido durante la crisis algodonera de la escasez de materia prima. Para esta nueva etapa y a partir de 2009, el desmote argentino se ubicó siempre por encima de las 150.000 toneladas de fibra anuales. Esto generó una reactivación importante para las 72 desmotadoras que se encontraban activas hacia el año 2010.

A su vez, esta mejora en la producción de fibra puso freno a las importaciones, que habían sido cuantiosas en los años pasados, e incrementó las exportaciones nacionales (Figura 38). A la par, las políticas proteccionistas llevadas a cabo por el Estado argentino incentivaban la producción nacional de productos textiles⁵⁹, que a su vez eran demandados crecientemente por un mercado interno fortalecido, debido a la mejoría económica del país y sus habitantes. Esto repercutió en el consumo industrial de la fibra que, según la Cámara Algodonera Argentina, pasó de 80.000 toneladas en 2001 a 175.000 toneladas en 2010. En el mismo sentido, si para el periodo 1990-2000 cerca del 58 % del

⁵⁹ Por una parte, en el periodo comprendido entre los años 2003 y 2009, el bloque textil se ubica como el segundo sector de mayor crecimiento de la industria manufacturera, luego del sector automotriz, con una tasa anual promedio del 20,2 %. Por otra parte, para el periodo 2002-2007 se generaron 243.000 nuevos puestos laborales, siendo el empleo industrial textil el 10,4 % de todo el empleo industrial nacional. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (2010).

algodón producido era destinado a exportación, para el periodo 2001-2014 solo se embarcó el 21 % de la fibra, demostrando un carácter más mercado internista de la demanda, a pesar del incremento notable que tuvieron las exportaciones (con valores de cercanos a los 120 millones de dólares en exportaciones primarias del complejo algodonero). En resumen, la reactivación de la producción de algodón y el aumento de la demanda de fibra y textiles posibilitaron que tanto el sector primario como el de los servicios relacionados, el desmotador y el de la industria textil mostraran niveles crecientes de actividad y de recuperación, movilizandoo a la cadena agroindustrial del algodón.

Figura 38. Argentina: evolución de la producción, exportación e importación de fibra de algodón para el periodo 2001-2014



Fuente: Elaboración propia según datos de la Cámara Algodonera Argentina.

El INTA, como institución pública del sistema científico nacional, tuvo un rol fundamental en la recuperación del cultivo de algodón en Argentina, aplicando ciencia y tecnología al proceso productivo. Si bien desde sus inicios en 1956 acompañó al sector algodonero generando conocimientos para el cultivo y sus adversidades, aportándole materiales genéticos mejorados e impulsando mejoras en las prácticas agronómicas, en este periodo sus aportes fueron más que significativos. La institución y sus profesionales supieron leer las necesidades del sector y actuaron en consecuencia. Tras la crisis algodonera, se investigó y experimentó fuertemente en un nuevo sistema de siembra (surcos estrechos) para apuntalar tecnológicamente a un cultivo que comenzaba a ser un recuerdo. De esta forma, desde el sector público se logró ofrecer al sector productor una nueva estrategia productiva, con mejoras importantes en los rendimientos del cultivo.

Sin embargo, ante la imposibilidad de que amplios segmentos pudiesen adoptar este sistema por la falta de maquinaria adecuada o la incapacidad de adquisición (mayoritariamente productores pequeños y medianos), los profesionales de la Institución trabajaron en el desarrollo de una cosechadora que viniera a aportar soluciones a esta necesidad. Esta cosechadora –la Javiyú– se pensó fuera del paradigma dominante, como una máquina de arrastre, simple, económica, accesible, eficiente en su labor de cosecha y con un costo operativo muy bajo.

Desarrollada y protegida, tanto en el país como en el exterior, la Javiyú necesitaba ser transferida al medio productivo. Para ello, el INTA buscó conformar una alianza estratégica con una empresa nacional fabricante de maquinaria agrícola que aportara trayectoria, conocimiento del mercado, capacidad industrial y financiera para que la máquina dejara de ser un prototipo y pudiese empezar a cosechar masivamente el algodón argentino. Con la política de vinculación tecnológica como rectora y con las experiencias ganadas en el área, INTA encaró la transferencia de la tecnología. Mediante una convocatoria pública, se le otorgó a la pyme santafecina Dolbi S.A. la licencia para la fabricación y la comercialización de la invención. De esta forma, conformando una alianza público-privada, con el Estado como impulsor de la transformación tecnológica y el Privado como vehiculizador de esta, se logró impactar en el sistema productivo. La cosechadora de algodón de arrastre comenzó a ser producida y comercializada por Dolbi con gran éxito: más de 400 cosechadoras vendidas tanto en el ámbito local como en el extranjero. Rápidamente fue demandada por pequeños y medianos productores, así también por grandes y contratistas de cosecha, convirtiéndose en una innovación de producto.

De la mano de la cosechadora fue posible la adopción masiva del sistema de siembra surcos estrechos que, en un paquete tecnológico junto con la siembra directa y las variedades transgénicas, permitió cosechar algodones con mayores rendimientos y con costos operativos muy bajos. En simultáneo, la adopción de este paquete disminuyó las asimetrías tecnológicas con un cultivo competidor (la soja), amplió la rentabilidad de la actividad e inyectó competitividad al algodón. Estos beneficios fueron absorbidos por amplios sectores productivos que, acompañados por los buenos precios del textil, incrementaron notablemente el área sembrada y el algodón producido. Este au-

mento sustancial de la producción permitió que toda la cadena del algodón, incluyendo a las desmotadoras, mejorara su performance, produjera fibra de calidad, en cantidad y generase dinámicas redistributivas en toda la región.

Para finalizar, se cree relevante resaltar los siguientes puntos críticos que operarían a modo de conclusión.



Sistema de siembra en surcos estrechos

- INTA inserto territorialmente, leyendo necesidades productivas.
- Capacidad técnica, investigativa y experiencia de sus profesionales.
- Proyecto de trabajo claro.
- Apoyo institucional (parcelas, insumos).
- Fuerte compromiso con la Extensión.
- Relacionamiento con actores productivos.



Proyecto Javiyú

- Identificación concreta de la necesidad tecnológica.
- Inventiva y capacidad de desarrollo fuera del paradigma dominante.
- Inventor y grupo de trabajo calificado, con experiencia y con empuje.
- Apoyo institucional y visión dirigencial.
- Relacionamiento con APPA y con provincias algodoneras.



Vinculación Tecnológica

- Rápida protección de la invención, tanto a nivel local como exterior.
- Experiencia ganada en transferencia tecnológica: convocatoria pública.
- Adecuada determinación de requisitos a cumplir por la contraparte.
- Comité de elección multidisciplinario para elección de contraparte.
- Negociación y gestión aceptada con Dolbi S.A.



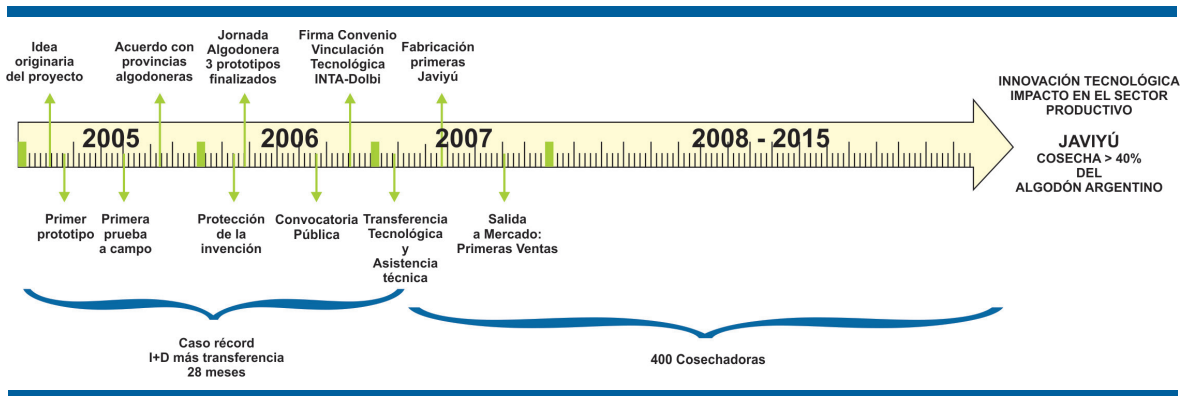
Dolbi

- Idoneidad industrial, comercial y financiera.
- Aportes en la mejora de la máquina.
- Posicionamiento en el sector.
- Empuje y actitud activa para la comercialización, tanto local como exterior.
- Visión empresaria y toma de riesgo.

La sincronización y el encadenamiento en el cumplimiento de estos puntos permitieron que la Javiyú se estructure como un caso récord. Primero, las etapas de Investigación y Desarrollo junto con la de Transferencia de Tecnología se realizaron en tan solo 28 meses, un periodo muy corto. Segundo, esta innovación de producto ingresó al mercado de cosechadoras, y en tan solo ocho años, pasó a cosechar el 40 % del algodón argentino, con ventas muy importantes (400 máquinas), impactando significativamente en el sector productivo.

Finalmente, la figura a continuación permite dimensionar este proceso de desarrollo tecnológico.

Figura 39. Línea del tiempo de la cosechadora Javiyú



Lista de figuras

Figura 1. Argentina: zonas de producción algodonera, según área sembrada por departamento para la campaña agrícola 2014/2015	9
Figura 2. Argentina: estructura de la oferta de algodón	10
Figura 3. Argentina: evolución de la producción, la exportación y la importación de fibra de algodón en toneladas para el periodo 1990-2000	15
Figura 4. Argentina: precios promedios de la fibra de algodón para los periodos 1990-1998 y 1999-2007.....	16
Figura 5. Argentina: evolución de la superficie sembrada para el periodo 1969-2014, en hectáreas	17
Figura 6. Argentina: evolución de la producción algodonera para el periodo 1995 -2005 en toneladas de fibra	18
Figura 7. Evolución del área sembrada con algodón y soja en las provincias de Chaco, Santiago del Estero, Santa Fe y Formosa para 1993-2014	20
Figura 8. Componentes de la distribución espacial de plantas	24
Figura 9. Comparación entre sistemas de siembra	25
Figura 10. Secuencia de respuesta institucional	28
Figura 11. Cosechadora con sistema picker	29
Figura 12. Cosechadora Javiyú con sistema <i>stripper</i>	30
Figura 13. Diagrama del sistema de cosecha de la Javiyú	31
Figura 14. Diagrama de relacionamiento entre sistema de cosecha y sistema de siembra	31
Figura 15. Secuencia de respuesta institucional	32
Figura 16. Clasificación de los equipos cosechadores de algodón en Argentina	32
Figura 17. Esquematación de la dupla tractor-cosechadora de arrastre Javiyú	33
Figura 18. Ejes rectores del proyecto de desarrollo de la futura cosechadora Javiyú	37
Figura 19. Primera cosechadora autopropulsada <i>stripper</i> desarrollada en la EEA Reconquista, probada por Víctor Ferezín durante el año 1975	38
Figura 20. La Sapucay, en una demostración en Brasil, donde se llegaron a exportar tres unidades a principios de los años 90	40
Figura 21. Las tres primeras máquinas entregadas a las provincias durante la jornada algodonera en marzo de 2006	42
Figura 22. Muestra dinámica de cosecha durante la jornada en marzo de 2006	43
Figura 23. Países en donde se solicitó protección de la Javiyú	48
Figura 24. Esquematación para la transferencia de tecnología, en caso de un desarrollo patentable	50
Figura 25. Convocatoria publicada en los diarios La Nación y Clarín	51
Figura 26. Planta fabril de Dolbi S.A. en Avellaneda, provincia de Santa Fe	54
Figura 27. El ingeniero agrónomo Orlando Pilatti, en la planta industrial de Dolbi	57
Figura 28. Javiyú cosechando al suroeste de Reconquista, Santa Fe	58
Figura 29. Transporte en ruta de la Javiyú	61
Figura 30. Paquete tecnológico y sus componentes	63
Figura 31. Evolución de la superficie cosechada con maquinaria <i>stripper</i> (surco estrecho) y superficie trabajada en planteos de siembra directa para la provincia de Santa Fe, en el periodo 2007-2014	65
Figura 32. Evolución de las ventas de la cosechadora Javiyú para el periodo 2008 -2015	67
Figura 33. Mercado de destino para las cosechadoras Javiyú vendidas en el periodo 2008-2015	68
Figura 34. Fila de cosechadoras Javiyú con su acoplado, en espera para su entrega en la planta industrial de Dolbi, durante abril de 2015	69
Figura 35. Argentina: evolución del área sembrada con algodón y precio de la fibra de algodón mercado interno (Calidad “C ½”) para el periodo 2001-2014	72

Figura 36. Argentina: evolución del rendimiento del cultivo del algodón, en kilogramos de algodón en bruto por hectáreas para el periodo 2000-2014	73
Figura 37. Argentina: producción total de algodón en bruto para el periodo 2001-2015	74
Figura 38. Argentina: evolución de la producción, exportación e importación de fibra de algodón para el periodo 2001-2014	75
Figura 39. Línea del tiempo de la cosechadora Javiyú	79

Lista de tablas

Tabla 1. Proporción de fibra importada sobre el total consumido y balance entre fibra exportada e importada	19
Tabla 2. Valores de rendimiento de algodón para diferentes distanciamientos y densidades crecientes por hectárea	25

8. Bibliografía

- ANLLÓ, G.; BISANG, R. Y CAMPI, M. (2013). Claves para repensar el agro argentino. 1.ª ed. Ciudad autónoma de Buenos Aires: Eudeba, 376 p.
- BARSKY, O. Y GELMAN, J. (2009). Historia del agro argentino. Desde la Conquista hasta comienzos del siglo XXI. 1.ª ed. Buenos Aires: Sudamericana, 584 p.
- BIL, D. (2013). El análisis de las exportaciones de maquinaria agrícola argentina como expresión de su competitividad 1960-1976. *Revista Galega de Economía*, vol. 22, núm. 2 193-218 p.
- CARLINO, A. (2001). El impacto de la globalización sobre el algodón en el Chaco. En: *Indicadores Económicos*, FCE-UNNE, año 10. N.º 46.
- DELSSIN, E. (2003) El algodón en Santa Fe (una historia ligada al desarrollo). Publicación Miscelánea N.º 13, EEA Reconquista INTA.
- DELSSIN, E. (2005) Algodón: consideraciones sobre la oferta en Argentina. Publicación Técnica N.º 25, EEA Reconquista INTA.
- DELSSIN, E. (2006) La cosechadora de Algodón “Javiyú Cincuentenario”. En: *Voces y Ecos*, Ediciones INTA. Año VIII, número 17, julio de 2006.
- DELSSIN, E. (2011) Technological Innovations for the Sustainable Development of Argentina’s Cotton Value Chain. En: *Technological Innovation for Sustainable Development of the Cotton Value Chain*. 70.ª Reunión del Comité Consultivo Internacional del Algodón (CCIA).
- DELSSIN, E. (2013) Tendencias algodonerías en Argentina: análisis desde un enfoque prospectivo de los principales parámetros que definen la actividad. 1.ª ed. Chaco: Ediciones INTA, 79 p.
- DYKE, L. (2007) Importancia del uso de equipos de limpieza en algodones cosechados con plataformas stripper. En: *Voces y Ecos*, Ediciones INTA. Año IX, número 19.
- ELENA, G.; IMFIELD, E.; PISICH, L.; RICCIARDI, A.; RUSSO, J. (2000). Estudio de la cadena nacional agroindustrial algodón de la República Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentos.
- ELENA, M.; YBRAN, R.; LACELLI, G. (2008) Evaluación económica de alternativas de sistemas de siembra y cosecha de algodón en localidades de Santa Fe y Chaco. En: Bongiovanni, Rodolfo [Ed.] *Economía de los cultivos industriales: algodón, caña de azúcar, maní, tabaco, té y yerba mate*. Proyecto Específico Análisis económico y de Mercado, Oportunidad, Riesgo y Competitividad para los Sistemas Productivos y los Productos Agroindustriales (PIND3262). 1.ª ed. Manfredi, Córdoba: INTA.
- FARIÑA NUÑEZ, J. Y LORENZINI, R. (2003) El vigor de la planta del algodón (*Gossypium hirsutum* L.). Publicación Miscelánea N.º 12, EEA Reconquista INTA.
- GARCÍA, I. (2007) Los cambios en el proceso de producción del algodón en el Chaco en las últimas décadas y sus consecuencias en las condiciones de vida de minifundistas y trabajadores vinculados. *Revista de estudios regionales y mercado de trabajo* (3), 111-134. En *Memoria Académica*. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.4339/pr.4339.pdf
- HYBEL, D. (2006) Cambios en el complejo productivo de maquinarias agrícolas 1992-2004; desafíos de un sector estratégico para la recuperación de las capacidades metalmecánicas. Ediciones INTI. 61 p.
- INGARAMO, O. Y TARRAGO, J. (2012) Evaluación del efecto de equipos de cosecha de algodón sobre la calidad de la fibra en cultivos de alta densidad. PROCALGODON- MAGyP-INTA. Centro Regional Chaco – Formosa.
- INTA (2007) La política de vinculación tecnológica del INTA. Buenos Aires: INTA. Disponible en formato electrónico: <https://intranet.inta.gov.ar/documentacion/Documents/Política-de-vinculacion-tecnologica.pdf> .
- MARIO, A. (2014) Impacto económico de la sojización en la provincia de Chaco. En: Rofman, Alejandro Boris. *Economía solidaria y cuestión regional en Argentina de principios de siglo XXI: entre procesos de subordinación y prácticas alternativas*. 1.ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. CEUR-CONICET.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA DE LA NACIÓN (2010) Informe Argentina sobre situación actual y perspectivas de la producción algodонера. 69.ª Reunión del Comité Consultivo Internacional del Algodón (CCIA). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Presidencia de la Nación.
- MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DE LA NACIÓN (2013) Guía de Buenas Prácticas en Gestión de la Transferencia de Tecnología y de la Propiedad Intelectual en Instituciones y Organismos

- del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS (2015) Fichas Provinciales: Chaco, Formosa, Santa Fe y Santiago del Estero. Secretaría de Política Económica y Planificación del Desarrollo, Subsecretaría de Planificación Económica, Dirección Nacional de Planificación Regional, Dirección Nacional de Planificación Sectorial. Disponible en: http://www.mecon.gov.ar/peconomica/basehome/fichas_provinciales.htm Fecha de consulta 17 de agosto de 2016
- MONDINO, M.; PETERLIN, O.; ELENA, G. (2006) Algodón. En: Cultivos Industriales, Cultivos Industriales. 1.ª ed. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires. 764 p.
- MONDINO, M.; PETERLIN, O.; GOMEZ, N. (2008) La producción de algodón en surcos estrechos: una nueva alternativa para mejorar la competitividad del cultivo. En: IDIA XXI Cultivos industriales, Ediciones INTA, año VIII, número 10.
- MONDINO, M.; PETERLIN, O.; CORIALE, S. (2011) Efectos de la aplicación de reguladores de crecimiento según el largo de entrenudo en algodón en surcos ultraestrechos. En: Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales, Ediciones INTA, Año 1 Número 2, 2011.
- MONDINO, M.; PETERLIN, O.; GARAY, F. (2013) La producción de algodón en surcos estrechos: un cambio de paradigma en el manejo del cultivo. En: Hacia la construcción del desarrollo agropecuario y agroindustrial – De la FAYa al NOA, Ediciones Magna, 360 p.
- MOSCARDI, E. (2007) La política de vinculación tecnológica en el INTA 1987-2006: hitos de una estrategia innovadora, Ediciones INTA, 95 p.
- OCDE/FAO (2013) Perspectivas Agrícolas 2013-2022, Texcoco, Estado de México, Universidad Autónoma Chapingo.
- PAYTAS, M.; MIERES, L.; REGONAT, A.; GREGORET, O. (2011) Algodón en surcos estrechos: ¿podemos aumentar el rendimiento mediante la mejora en la oferta de fotoasimilados? En: Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales, Ediciones INTA, Año 1 Número 2.
- PAYTAS, M. (2012) Lo nuevo en algodón, En: Dossier Ecofisiología de cultivos INTA.
- PAYTAS, M. (2013) 10 pautas de manejo agronómico para mejorar la producción y calidad de algodón en surcos estrechos. En: Publicación Anual 2012/2013 Asociación para la Promoción de la Producción Algodonera (APPA), 2013.
- PELLEGRINO, L. (2010) Parque Desmotador de la República Argentina 2010. Plan Piloto PROCALGODÓN. Convenio MAGyP-INTA.
- PELLEGRINO, L. (2011) Relevamiento del parque de cosechadoras, moduladores y equipos de transporte de algodón en Argentina. Centro Regional Chaco-Formosa. Resistencia. Plan Piloto PROCALGODÓN. Convenio MAGyP-INTA.
- PIEDRA, D. (2008). El mercado internacional del algodón. Cadena Agroindustrial del algodón. En: Bongiovanni, Rodolfo [Ed.] Economía de los cultivos industriales: algodón, caña de azúcar, maní, tabaco, té y yerba mate. Proyecto Específico Análisis Económico y de Mercado, Oportunidad, Riesgo y Competitividad para los Sistemas Productivos y los Productos Agroindustriales (PIND3262). 1.ª ed. Manfredi, Córdoba: INTA.
- PILATTI, O. (2014) Apuntes sobre la historia de la cosecha del algodón en nuestro país, en particular en el norte de Santa Fe. En: Publicación Anual 2013/2014 Asociación para la Promoción de la Producción Algodonera (APPA), 2014.
- RODRÍGUEZ, J. (2010) Consecuencias económicas de la difusión de la soja genéticamente modificada en Argentina, 1996-2006. En: Bravo, Ana Lucía Bravo, et al. Los señores de la soja: la agricultura transgénica en América Latina. 1.ª ed. Buenos Aires: Fundación Centro de Integración, Comunicación, Cultura y Sociedad, CICCUS; Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, CLACSO, 416 p.
- ROFMAN, A; GARCÍA, A.; GARCÍA, L.; LAMPREABE, F.; RODRÍGUEZ, E.; VÁZQUEZ, J. (2009) Subordinación productiva en las economías regionales de la posconvertibilidad. En: Realidad Económica N.º 241, enero/febrero de 2009.
- SABATO, J. (2011). El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia ; con prólogo de Horacio González y Lino Barañao. 1.ª ed. Buenos Aires: ediciones Biblioteca Nacional, 512 p.
- SIMÓN, P. (2015). Impacto del algodón en surco estrecho sobre la problemática del empleo en el sector algodoneero del sudoeste chaqueño. Tesis presentada para optar al título de Magister de la Universidad de Buenos

Aires, Área Desarrollo Rural Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

- SLUTZKY, D. (2011) Estructura social agraria y agroindustrial del nordeste de la Argentina: desde la incorporación a la economía nacional al actual subdesarrollo concentrador y excluyente, disponible en: <http://es.scribd.com/doc/103096573/Estructura-social-agraria-y-agroindustrial-del-nordeste-de-la-Argentina-desde-la-incorporacion-a-la-economia-nacional-al-actual-subdesarrollo-concent>
- SZTULWARK, S. (2012). Renta de innovación en cadenas globales de producción, el caso de las semillas transgénicas en Argentina. 1.ª edición. Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS). 240 p.
- VALENZUELA, C. (2005). Transformaciones y conflictos en el agro chaqueño durante los '90. Articulaciones territoriales de una nueva racionalidad productiva. Mundo agrario. Revista de estudios rurales, vol. 5, n.º 10. Centro de Estudios históricos rurales. Universidad Nacional de La Plata.
- VALENZUELA, C. Y SCAVO, A. (2009). La trama territorial del algodón en el Chaco: un enfoque multiescalar de espacios en transición. 1.ª ed. Buenos Aires: La Colmena, 150 p.
- VALENZUELA, C.; MARI, O. Y SCAVO, A. (2011). Persistencias y transformaciones del sector algodonero tradicional en la provincia del Chaco en la Argentina. Revista Universitaria de Geografía, vol. 20, 2011, Universidad Nacional del Sur, 117-150 pp.

Sitios web consultados

APPA: <http://www.appasantafe.com.ar/>

CAFMA: <http://www.cafma.org.ar/cafma/>

CÁMARA ALGODONERA: <http://www.camaraalgodonera.com.ar/>

DOLBI: <http://www.dolbi.com.ar/>

FAOSTAT: <http://faostat.fao.org/>

INDEXMUNDI: <http://www.indexmundi.com/commodities/>

INNOVAR: <http://www.innovar.mincyt.gob.ar/>

INTA: <http://www.inta.gob.ar/>

INPI: <http://www.inpi.gov.ar/>

SIIA: <http://www.siia.gov.ar/>

La producción de algodón tuvo históricamente un rol significativo dentro de las economías regionales, por lo que el impacto de la crisis de fines de la década de 1990 fue casi terminal para la actividad.

El objetivo del trabajo es analizar la influencia de INTA en la recuperación del sector algodonero identificando los puntos críticos del proceso. Se pudo comprobar que la recuperación del sector en buena medida se lo logró como resultado de que el INTA alcanzó a sumar a sus actividades de extensión dos componentes de peso en la reconfiguración del cultivo: el sistema de siembra en surcos estrechos y la cosechadora Javiyú.

Este libro recorre las trayectorias tecnológicas de estos dos aportes. La máquina "Javiyú", traccionada con tractor, fue un desarrollo paradigmático de vinculación público-privada transferida a través de la estrategia institucional de Vinculación Tecnológica. La "Javiyú" en solo ocho años no solo llegó a cosechar el 40 % del algodón argentino, con 400 máquinas vendidas en Argentina y en el exterior, sino que también permitió que el sistema de siembra para el cual fue diseñada se consolide en un 70 % de área algodonera.

Finalmente, desde este trabajo se comprueba que estos aportes ayudaron a que la actividad vuelva a ser tenida en cuenta como alternativa viable para sus destinatarios originales: los pequeños y medianos productores.



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación