



ISSN 2591-3379

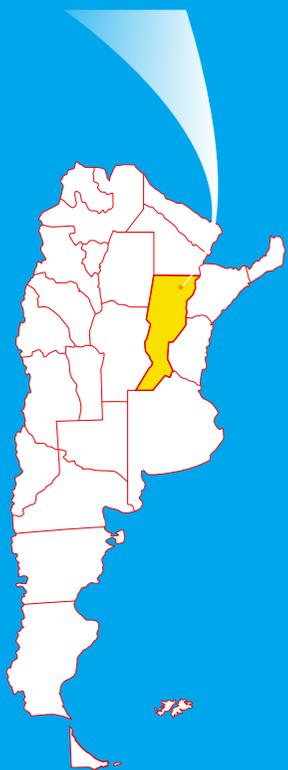
PUBLICACIÓN  
ANUAL

2018 - 2019

*ASOCIACIÓN PARA LA PROMOCIÓN  
DE LA PRODUCCIÓN ALGODONERA*

# APPA





## Comisión directiva de A.P.P.A. - PERÍODO 2019/2020

CARGO	APELLIDO Y NOMBRE	REPRESENTA
PRESIDENTE	Sartor, Carlos Alecio	Algodonera Avellaneda SA
VICE-PRESIDENTE	Riva, Claudio Alejandro	Acriba SA
SECRETARIO	Paytas, Marcelo Javier	INTA Reconquista
PRO-SECRETARIO	Zorzón, Cristian Abel	Colegio de Ing. Agr. 3raCircunscripción
TESORERO	Regonat, Mario Roberto	Unión Agrícola de Avellaneda Coop. Ltda.
PRO-TESORERO	Díaz, Sinecio Jorge F.	A.D.R. del Dpto. 9 de Julio
VOCALES TITULARES	Previale, Osvaldo Alberto	Buyatti SAICA
	González, Carlos Osmar	Colegio de Ing. Agr. 1raCircunscripción
	Muchut, Celso José	CONINAGRO
	Muchiut, Octavio Augusto	CARSFE
	Tonzar, José Albino	Romelio H. Snaider SA
	Avonto, Ricardo Alfredo	Federación Agraria Argentina
	Mussín, Oscar Alfredo	Asociación Agrop. del Noreste Santafesino
	Gerber, Mario Alberto	Coop. Agrop. Malabrigo Ltda.
VOCALES SUPLENTE	Scarpín, Gonzalo Joel	INTA Reconquista
	Psocik, Abel Jorge	CONINAGRO
	Lovisa, José Oscar	Algodonera Avellaneda SA
	Paulín Soto, David Edesio	Colegio de Ing. Agr. 3raCircunscripción
	Colombo, Facundo Victorio	Colegio de Ing. Agr. 1raCircunscripción
	Spontón, José Ignacio	Sociedad Rural de Reconquista
	López, Cristian Daniel	Acriba SA
	Psocik, Mario Roberto	Unión Agrícola de Avellaneda Coop. Ltda.
	Tonzar, Miguel Angel	Tonzar Miguel A. y Ortiz María L. SH
	Cornero Santini, Fabián Ignacio	A.D.R. del Dpto. 9 de Julio
	Franco, Ademar Antonio	Coop. Agrop. Malabrigo Ltda.
	Antonori, Sergio Antonio	Federación Agraria Argentina
	Pratto, Marcelo Darío	Buyatti SAICA
	Piccoli, Hernán Matías	Asociación Agrop. del Noreste Santafesino
SÍNDICO TITULAR	Sandriago, Mario Anibal	As. Grad. Cs. Econ. del Norte Santafesino
SÍNDICO SUPLENTE	Rudi, Enrique Roberto	As. Grad. Cs. Econ. del Norte Santafesino

## Editorial

Cabe resaltar las características muy especiales por la que transitó la campaña algodonera 2018/19 que, comenzó siendo prometedora al momento de la siembra y posterior evolución del cultivo y que luego por razones fundamentalmente climáticas se vio frustrada, con algunas excepciones, en casi todo el territorio provincial.

De las casi 100.000 hectáreas implantadas, se vieron afectadas por exceso de lluvias más de 80.000 has. sobre todo en el domo occidental (departamento 9 de Julio), cuyas consecuencias subsisten a la hora de suscribir estas líneas, a tal punto que aún es imposible el ingreso a campos totalmente anegados.

Esta situación provocó la pérdida total de alrededor 50% de los cultivos y de los que quedaron en pie, una disminución sustancial en los rendimientos en kilos por hectárea y en los porcentajes de fibra y grado comercial de la misma.

Como consecuencia de lo descripto, queda por resolver la difícil situación económica-financiera por la que atraviesan la mayoría de productores y que no puede ser resuelta por los magros fondos provenientes de la ley 26060 de promoción del cultivo de algodón y por las altas tasas de interés vigentes en el mercado.

En lo concerniente a nuestra Institución y como aspectos positivos, debemos destacar algunos logros importantes, entre otros:

- **Trazabilidad:** en el marco del Proyecto de Algodón Santafesino, se logró la confección de sábanas hospitalarias con la participación de todos los integrantes de la cadena algodonera provincial, desde el productor primario, pasando por el desmote, hilado, tejido y la confección final. Con motivo de la inauguración del nuevo hospital de Reconquista y con la presencia del gobernador e integrantes del ejecutivo provincial, se procedió a hacer una entrega simbólica de las mismas.
- **Laboratorio para análisis de fibras (HVI):** buscando la optimización en la calidad del servicio y en la búsqueda de lograr el reconocimiento como Laboratorio Oficial de Santa Fe y gestiones para obtener la certificación Bremen a nivel internacional (único en Argentina), se realizaron adecuaciones en la parte edilicia y ajustes del equipo que permitieron lograr el 3er. puesto en el ranking del USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) entre 120 países participantes.

Siempre con el objetivo de lograr una mayor competitividad de toda la cadena algodonera santafesina y de la mano de instituciones amigas, seguiremos bregando por el sostenimiento de este importante cultivo para el norte provincial.

Para tal fin descontamos, como lo viene haciendo hasta la actualidad, el apoyo del Gobierno de Santa Fe y específicamente del Ministerio de la Producción, agradeciendo además a todos los integrantes de la Comisión Directiva y estamentos nacionales tanto públicos como privados relacionados a la actividad.

**CARLOS A. SARTOR**  
Presidente

Dirección Legal: Avenida San Martín 744 - (3561) AVELLANEDA • SANTA FE • ARGENTINA  
Administración: Calle 16 N° 469 - (3561) AVELLANEDA • SANTA FE • ARGENTINA  
Tel.: 03482 482424 - E-mail: administracion@appasantafe.org.ar - Web: www.appasantafe.org.ar

## ÍNDICE

<b>Editorial</b>	<b>03</b>	<b>Genotipos y mejoramiento genético</b>	
<b>Actividades realizadas por APPA</b>	<b>04</b>	Identificación de genotipos contrastantes para características de importancia agronómica en algodón	<b>44</b>
<b>Actividades técnicas realizadas POR APPA</b>		Caracterización morfológica y productiva de líneas de algodón	<b>48</b>
El algodón en la provincia de Santa Fe	<b>07</b>	Progreso genético: desmote y calidad de fibra	<b>55</b>
Laboratorio HVI	<b>16</b>	Caracterización de cuatro variedades de algodón frente a condiciones de estrés salino	<b>59</b>
<b>Actualidad del algodón en el mundo</b>		<b>Componentes bióticos</b>	
Panorama de los mercados para el sector algodonero	<b>19</b>	Picudos ¿hacia dónde van?	<b>64</b>
<b>Condiciones ambientales y cambio climático</b>		Algodón Bt: aplicando nuevas herramientas para su evaluación	<b>67</b>
Caracterización ambiental campaña 2018/19 en el norte de Santa Fe	<b>27</b>	Fauna edáfica como potencial indicador del sistema productivo algodonero	<b>69</b>
Combatir los efectos del cambio climático en el algodón. Lo que los científicos y los gobiernos pueden hacer al respecto	<b>31</b>	Bacteriosis del algodón	<b>73</b>
<b>Manejo del cultivo</b>		Herbicidas y manejo de malezas	<b>75</b>
Evaluación de variedades comerciales y pre-comerciales	<b>36</b>		
Cultivo de servicio y fertilización a la siembra en algodón	<b>40</b>	<b>Evaluación ambiental de la producción de algodón</b>	<b>77</b>

# Actividades realizadas por APPA

Período 2018/2019

## FIESTA DEL ALGODÓN

APPA es integrante de la comisión de la fiesta provincial y nacional del algodón, coincidiendo actualmente con el 50º aniversario del inicio de la misma. Se colabora en el desarrollo de la fiesta como así también en espacios de capacitación y difusión de la cadena del algodón santafesino fundamentalmente en escuelas secundarias. En el marco de la misma, se realizaron visitas a los diversos eslabones de la cadena algodonera. Además, la asociación es responsable del concurso de calidad de fibra que anualmente se lleva a cabo.



## VIAJES DE CAPACITACIÓN

Se realizó una gira técnica a la región algodonera de Primavera do Leste, estado de Mato Grosso en Brasil del 25 al 31 de agosto de 2018, cuyo objetivo fue ampliar los conocimientos, compartir experiencias y fortalecer la cadena del algodón. Estuvo conformado por un grupo de 28 personas que incluyó a productores, técnicos del sector público y privado, y miembros de APPA.

La recorrida consistió de visitas a campos de productores, desmotadoras, plantas de tratamientos de semillas, centros de investigación y la Cooperativa UNICOTTON que comercializa semillas y exporta fibra de algodón con un importante laboratorio de calidad de fibras. Entre los temas de interés se citan aspectos del manejo de cosecha y pos cosecha, como así también la implementación de un sistema de trazabilidad.

Cabe destacar que los productores algodoneros se financian con las entidades crediticias, haciendo contratos a futuro, certificando la calidad a entregar, en base al análisis por sistema de HVI.

Se apreció la excelente unión entre los productores, que se ven a sí mismos como hermanos y no como una competencia.

Nos comentaban sobre el costo de producción que llega a los 2.500 u\$s por hectárea, de los cuales 400 u\$s corresponde a agroquímicos, otros 400 u\$s a fertilizantes, semilla y el resto para impuestos, implantación, mano de obra, mantenimiento, etc. Respecto a la semilla los valores oscilan entre 150 u\$s a 600 u\$s por hectárea, conforme al tipo de semilla y zona geográfica de siembra, cuentan con más de 29 variedades, muchas adaptadas a distintos ambientes climáticos y de suelo.



## ENTE SANITARIO – COMISIONES ZONALES SANITARIAS

A partir de la conformación de APPA como Ente Sanitario, se trabajó activamente en la formación de nueve Comisiones Zonales Sanitarias (CZS), haciendo énfasis en la lucha contra picudo del algodonero, cada una de ellas cuenta con la coordinación, apoyo y supervisión de un técnico, realizando recorridos periódicos, efectuando revisión de las trampas, control de daño de la plaga en el cultivo de los productores. También se realizó un relevamiento agronómico del cultivo en la región.

## CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL

APPA integra el Consejo Económico y Social por el sector privado, dando continuidad a un trabajo de ciclos anteriores.

## EXPERTOS INTERNACIONALES EN ALGODÓN RECORRIERON EL NORTE DE SANTA FE

Se trata de Georges Toby, actual presidente del CICCA (Comité de Cooperación Internacional entre las Asociaciones Algodoneras) y de Robert Jiang gerente de Desarrollo y Operaciones Comerciales de ICA (International Cotton Association). La actividad fue organizada por el Ministerio de la Producción de Santa Fe y APPA (Asociación para la Promoción de la Producción Algodonera) e incluyó conferencias - en Avellaneda y en Villa Minetti - la visita a las instalaciones de INTA Reconquista y al laboratorio de HVI (High Volume Instrument), en el parque industrial de Reconquista.

En sus charlas - lunes en Avellaneda y martes en Villa Minetti - los especialistas compartieron, ante diversos actores de la cadena algodonera, presentaciones vinculadas al panorama internacional del cultivo e incluyó precios, perspectivas, situación de los mercados, exportación y valor agregado.

Antes Luego de viajar al noroeste de la provincia, se acercaron a la Estación Experimental para conocer los avances de las investigaciones que realiza el equipo de algodón de INTA Reconquista. Destacaron el rol que el organismo cumple en la cadena e hicieron referencia al Laboratorio de Biotecnología Vegetal y Calidad de Productos Agrícolas que funciona en INTA y fue posible por un convenio con APPA.: “estamos gratamente sorprendidos con el trabajo que están desarrollando los investigadores y extensionistas del INTA Reconquista en los 4 ejes temáticos de algodón: agronomía y manejo, biotecnología, ambiente y apoyo a la cadena algodonera santafesina”.

Por su parte, Jiang, uno de los principales expertos en la certificación de laboratorio HVI (Análisis de fibra de algodón) comentó que su visita responde a la inquietud de otorgar certificación internacional al laboratorio de APPA que funciona en el Parque Industrial de Reconquista. “La única manera de exportar es mediante el uso de HVI ya que permite determinar la calidad de la fibra, respondiendo a la demanda de ambas partes en cuanto a los criterios para la comercialización”, comenta.

Esta visita oficializa, de alguna manera, la inclusión de Argentina en el CICCA a través de la Asociación para la Promoción de la Producción Algodonera (APPA), y que fue decidido en setiembre pasado en el encuentro de países algodoneros realizado en Hong Kong. INTA Reconquista, integra la Comisión Directiva de APPA desarrollando en conjunto diversas líneas de trabajo.



## COMITÉ CONSULTIVO INTERNACIONAL DEL ALGODÓN

El evento se realizó del 2 al 6 de diciembre de 2018 en Abiyán, Costa de Marfil y cuenta con la presencia de referentes del sector algodonero de todo el mundo. “Desafíos del algodón: soluciones innovadoras y sostenibles”, es el lema que convocó a representantes del sector algodonero a nivel mundial a la 77ª Reunión Plenaria del Comité Consultivo Internacional del Algodón (ICAC). De Argentina participaron: Ignacio Garcíarena, Director Nacional de Agricultura, Marcelo Paytas, de INTA Reconquista, APPA y miembro del panel del SEEP del ICAC, Juan Manuel Medina, Secretario de Agricultura del gobierno de Santa Fe, además de representantes de la firma santafesina de implementos agrícolas Dolbi.

En la reunión de este año se abordaron “cuestiones críticas de los impactos potenciales sobre el Cambio Climático, el rápido aumento de la polución generado por las microfibras, las nuevas tecnologías innovadoras de toda la cadena de valor, así como los conocimientos de algunos de los mejores investigadores del algodón a nivel mundial”, puntualizan los organizadores.

Participaron 400 personas aproximadamente de 80 países que integran el ICAC y que agrupa a productores y consumidores de algodón. Se destaca que el evento “está diseñado para proporcionar recomendaciones viables para ayudar a los gobiernos a formular beneficios a los miles de millones de gente de todo el mundo que dependen del algodón como sustento”. Desde Argentina, se expuso sobre los “Aportes de la Investigación de Algodón al Cambio Climático” y los avances de las investigaciones desarrolladas por el equipo local de INTA.



## VISITA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA E INDUSTRIA DEL CHACO

Los días 8 y 9 de noviembre de 2018 se acompañó en una visita a toda la Cadena Algodonera, Laboratorios (HVI y Biotecnológico) e Industria de maquinarias relacionadas con el cultivo del algodón.

## ASAMBLEA ANUAL

Se realizó en el mes de diciembre de 2018 en la ciudad de Avellaneda. Además de la lectura y aprobación de la



memoria, balance económico del ejercicio, se aprobó el plan de acción de la entidad para el año 2019 finalizando con la elección de las nuevas autoridades. Como años anteriores, participaron los integrantes de la comisión directiva, representantes de las instituciones que componen APPA, autoridades políticas, funcionarios de la provincia, colaboradores e invitados especiales para este acontecimiento institucional.



### VISITA AL LABORATORIO HVI

El 15 de mayo recibimos la visita al laboratorio de integrantes de la Cooperativa Agropecuaria de Margarita Ltda. entidad que se encuentra en franca expansión con el cultivo de Algodón.

### APOYO FINANCIERO A LOS PRODUCTORES

En este ejercicio se financiaron a 116 productores 267.578 litros de gasoil, que significaron \$10.035.687,52, realizado con aportes recuperados por la entidad, entre el 30 de octubre y el 31 de diciembre.

### COMITÉ COORDINADOR DEL CONVENIO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA INTA – DOLBI S.A. – APPA Y CO-INVENTORES

El 17 de mayo de 2019, en Avellaneda, se constituyó el Comité Coordinador del Convenio de Transferencia de Tecnología INTA – DOLBI S.A. – APPA y Co-inventores (Cristian López, Claudio Riva, Gustavo Le Roux), Por DOLBI: Elbio Dolzani, Mauro Bianchi. Por INTA: Adolfo Cerioni, José Luis Spontón, Mariano Cracogna, Germán Linzer y Orlando Pilatti. Por APPA Celso Muchut.

### PROYECTO DE TRAZABILIDAD Y SABANAS HOSPITALARIAS

Las sábanas del nuevo hospital de Reconquista, están hechas con algodón 100% santafesino y por empresas de la región.

Fueron elaboradas con un sistema de trazabilidad que garantiza la sustentabilidad del proceso, desde la materia prima hasta el producto final.

El Gobierno de Santa Fe impulsó un trabajo colaborativo de trazabilidad del algodón, en el marco del cual se confeccionaron sábanas para el nuevo Hospital de Reconquista. La iniciativa fue coordinada por el Ministerio de la Producción de Santa Fe, y la Asociación para la Promoción de la Producción Algodonera (APPA). El proceso de trazabilidad estuvo a cargo de INTA Reconquista. Se registró toda la información correspondiente a insumos y procesos de la cadena algodoneira para verificar que se cumplieran los requisitos.

La sustentabilidad es la armonía de componentes sociales, productivos y ambientales, que implica que los insumos y los procesos de desmote, hilandería y tejeduría respetaron el medioambiente y que se cumplieron normas laborales y condiciones de salud y seguridad en el trabajo.

La trazabilidad es una herramienta útil y necesaria de la cadena algodoneira: facilita a los operadores el control de procesos y gestión interna, contribuye a la certificación/acreditación de productos, la localización rápida de partidas con problemas, facilita la delimitación de responsabilidades de los actores que intervienen en cada etapa y da transparencia y confianza a los consumidores.

#### Los eslabones del proyecto

El algodón con el que se confeccionaron las sábanas proviene de campos de los departamentos 9 de Julio y General Obligado, de campañas 2014 a 2018. El paquete tecnológico utilizado respeta el medioambiente y fue implementado siguiendo indicadores de sustentabilidad.

Una vez cosechado fue transportado vía terrestre para su proceso de desmote. En la desmotadora de la Unión Agrícola de Avellaneda se separó la fibra del algodón de las semillas y otras partículas propias del algodón en bruto.

Los procesos de hilandería se realizaron en la planta industrial de Algodonera Santa Fe Cooperativa de Trabajadores (Reconquista) y Algodonera Avellaneda S.A. La tejeduría se realizó en la empresa familiar propiedad de Alcides Moschen de la localidad de Lanteri, donde se trabajó hasta la obtención de telas de alta calidad con ciento por ciento de algodón peinado.

La confección de las mismas fue responsabilidad de la Cooperativa de Trabajo Textil Enhebrando Metas Limitada (Avellaneda). El grupo, integrado por mujeres, trabajó bajo un sistema productivo innovador (Toyota Sewing System), que permite mejorar la productividad para que sea una actividad sustentable. También allí se realizó el packaging. En el proyecto se contó con la colaboración de la cooperadora del hospital de Reconquista.



## ACTIVIDADES TÉCNICAS REALIZADAS POR APPA

# El algodón en la provincia de Santa Fe

Período 2018/2019

Ing. Agr. Zorzón, Cristian MP 3/0173  
cristianzorzon@gmail.com

El área de siembra en la provincia de Santa Fe ha experimentado un aumento en la actual campaña de un 18% con respecto a la campaña anterior, siendo esta última de 98.000 ha. Si bien conocemos las limitantes de disponer de estadísticas confiables, el área sembrada en Santa Fe desde la campaña 1993/94 hasta la actualidad se puede observar en la Figura 1.

### Superficie sembrada en la provincia de Santa Fe

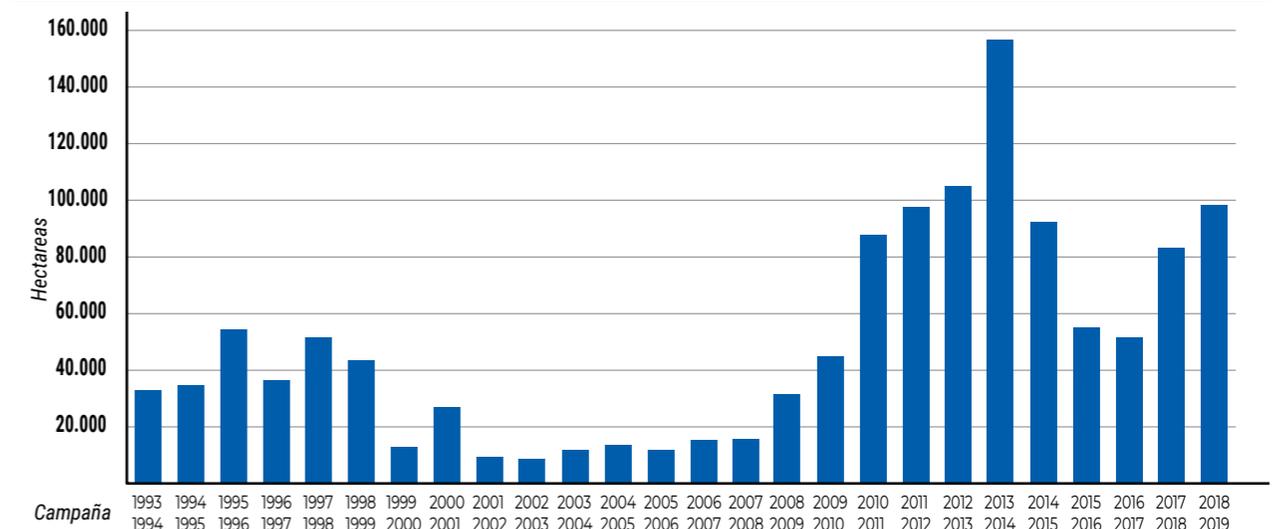


Figura 1. Evolución del área sembrada (ha) en la provincia de Santa Fe desde 1993 hasta la actualidad

El promedio del área sembrada desde la campaña 2009/10, omitiendo el dato de la campaña 2013/14, es de 80.000 ha con una desviación de 22.000 ha. Por otro lado, la distribución de la superficie por departamento se puede observar en la Tabla 1. En la Figura 2 se presenta la proporción de superficie por departamento promedio de los últimos 6 años.

Tabla 1. Superficie sembrada por departamento en las últimas 6 campañas.

DEPARTAMENTO	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19
9 de Julio	125.400	71.950	42.790	41.490	66.980	77.800
Gral. Obligado	12.500	7.820	4.990	6.990	10.450	13.500
Vera	15.300	10.940	7.120	3.450	4.340	4.900
Otros	3.140	1.890	425	350	1.570	1.790
<b>TOTAL</b>	<b>156.340</b>	<b>92.600</b>	<b>55.325</b>	<b>52.280</b>	<b>83.340</b>	<b>97.990</b>

Respecto al aporte de área de siembra de la provincia de Santa Fe en relación a la superficie algodoneira nacional, podemos mencionar lo siguiente:

Década 2001/09: el área de Santa Fe representó entre el 3 y el 10% del área nacional.

Década 2010/19: Santa Fe aportó entre el 13 y el 28% del área nacional, con un promedio del 22%, siendo en esta campaña del 23%. (Fuente: APPA).



## Superficie (%) por departamento

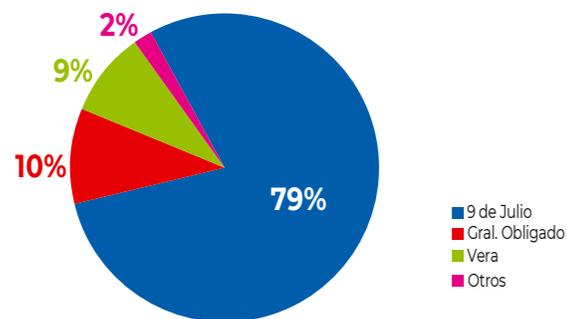


Figura 2: Superficie por departamento promedio de las últimas 6 campañas.

## ANÁLISIS DE LA CAMPAÑA 2018/19

En la campaña 2018/19 se profundizó el relevamiento de datos productivo del cultivo de algodón, ya que se conformaron las Comisiones Zonales Sanitarias (CZS) con énfasis en la lucha contra el picudo del algodonero. Las CZS fueron creadas dentro del marco normativo de los Entes Sanitarios (Resolución SENASA 671/2016), en el marco de la Ley 27.233 "Declaración de interés nacional de la sanidad de los animales y vegetales". En este sentido, en julio de 2018, APPA fue inscrita como integrante de la red institucional prevista en el Artículo 7° de la Ley N° 27.233, en el Registro Nacional de Entes Sanitarios, con el número de registro 335, con el fin de realizar las acciones sanitarias declaradas en los Programas Nacionales de SENASA.

Para ello, APPA ha conformado durante la campaña 2018/19 nueve CZS con el objetivo principal del control del picudo del algodonero y como objetivos secundarios, tanto el relevamiento de datos productivos del cultivo del algodón como asistencia técnica a los productores que lo requerían.

El relevamiento productivo se realizó en la región occidental (oeste) y oriental (este) de la provincia, en los departamentos General Obligado, San Javier, Vera, 9 de Julio y parte de San Cristóbal. Se relevaron 10.000 ha en el este de la Provincia y 21.000 ha en el oeste Provincial. Del relevamiento participaron 122 empresas agropecuarias, de las cuales 42 empresas correspondieron al oeste de la Provincia, con un promedio de 240 ha por lote. Mientras que, 80 empresas agropecuarias pertenecieron a la región este, con un promedio de 35 ha por lote.

En la región occidental de la provincia, se registró una pérdida de superficie a causa de las inundaciones del 55%, la misma fue mayor en la zona norte del departamento 9 de Julio (alrededor del 75 al 80%). En cambio, en la zona centro y sur del mismo departamento, se registraron pérdidas menores (alrededor de un 50% y 40%, respectivamente). Por otro lado, la pérdida de superficie en el departamento General Obligado fue, en promedio, de un 5% y 2,5% en la zona centro y norte, respectivamente, a causa del anegamiento durante los meses de enero y marzo/abril. En el departamento San Javier, la zona sur registró una pérdida de alrededor de un 50%, mientras que, tanto la zona norte de este departamento, como el departamento Vera registraron

pérdidas de superficie a causa del exceso hídrico menores al 1%. Esta pérdida se produjo fundamentalmente en sectores de algunos lotes. Además de la pérdida de producción a causa de pérdida de superficie, se sumó la disminución de rendimiento por exceso hídrico y días con abundante nubosidad en períodos críticos (Ver artículo sobre condiciones ambientales), lo cual fue muy importante en algunos lotes, fundamentalmente en lotes bajos y/o planos. La superficie perdida promedio de la provincia de los lotes relevados fue de un 38%.

## RENDIMIENTO PROMEDIO

Los rendimientos obtenidos en el este provincial fueron muy variables, ya que el factor climático de las precipitaciones durante el mes de enero hizo que se diferenciaron marcadamente lotes bajos de lotes altos y además tuvo mucha importancia la fecha de siembra, es decir, el momento fenológico en que el cultivo se encontraba en el momento del exceso hídrico y la capacidad productiva del lote para que se recupere luego del anegamiento. Para citar ejemplos, se dieron casos en donde lotes sembrados temprano fueron afectados y el cultivo no logró recuperarse, mientras que, en otros lotes, el cultivo registró una mejora y quedaron en evidencia dos estratos de carga: una en los nudos inferiores y otra en los nudos superiores. Esto trajo aparejado un retraso en la cosecha (un alargamiento del ciclo), ya que hubo que esperar la maduración y apertura de las capsulas superiores con el consecuente deterioro de la carga inferior.

Por otro lado, lotes sembrados en fechas de siembra tardías (noviembre), pasaron la etapa de anegamiento en el estado fenológico de pimpollado. Esto produjo la caída de muchas estructuras reproductivas, pero luego, en general, el cultivo se recuperó favorablemente en función de la capacidad productiva del lote. Más tarde, durante los meses de abril y mayo, continuaron los días nublados, con lluvias y lloviznas haciendo que se atrasara la cosecha con la consecuente pérdida de rendimiento y calidad de fibra.

En el oeste provincial, las precipitaciones de los meses de diciembre y enero produjeron el anegamiento total de un alto porcentaje de los lotes; en las partes inundadas de los mismos las plantas perdieron las hojas y la carga, mientras que, en las partes altas de los lotes tenían un crecimiento superior al deseado. Hasta ese momento, no se observaba presencia importante del insecto picudo del algodonero. En el mes de febrero, varios lotes o sectores de los mismos se recuperaron parcialmente, pero hubo disminución del stand de plantas, pérdida de carga, desregulación del cultivo y daño del picudo. En los meses de marzo y abril, nuevamente se registraron copiosas precipitaciones que provocaron otra inundación, la misma generó pérdida de un mayor porcentaje de superficie, complicaciones en el avance de cosecha, dificultades en la transitabilidad por los caminos y un aumento significativo del daño por el picudo del algodonero. Al finalizar el periodo de anegamiento, los rendimientos fueron variables en función de cada lote y el manejo que se pudo realizar. Además, toda esta situación produjo que no se pueda realizar el relevamiento planificado y por lo tanto un análisis adecuado de los datos que se presentarán.

El rendimiento promedio obtenido en la totalidad de la superficie encuestada y sobre la superficie cosechada en la provincia de Santa Fe fue de 1.795 kg.ha<sup>-1</sup> de algodón en bruto en la campaña 2018/19 (Figura 3).

## Rendimiento promedio de algodón en bruto en Santa Fe

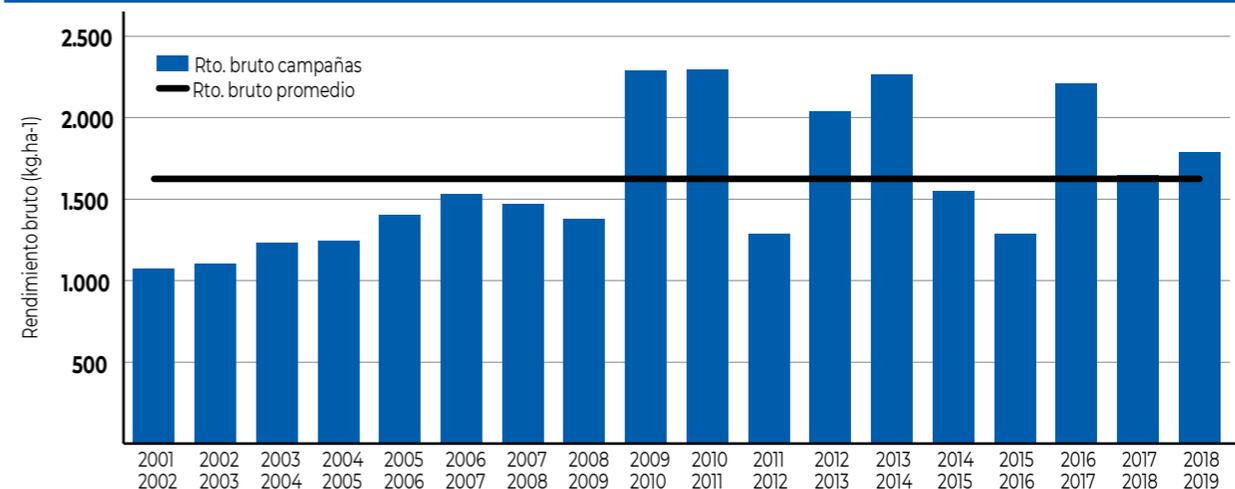


Figura 3. Evolución del rendimiento promedio de algodón en bruto en la provincia de Santa Fe en kg.ha<sup>-1</sup> sobre superficie cosechada durante 18 campañas (barras azules) y rendimiento promedio general (línea negra).

El rendimiento promedio de las últimas 18 campañas es de 1.625 kg.ha<sup>-1</sup> de algodón en bruto.

## Los rendimientos por región en la campaña 2018/19 indican las siguientes cifras:

Zona oeste: 1.750 kg.ha<sup>-1</sup>, donde en la zona norte del departamento 9 de Julio el rendimiento promedio logrado fue de 1.250 kg.ha<sup>-1</sup>, en la zona centro de 1.650 kg.ha<sup>-1</sup> y en la zona sur 2.300 kg.ha<sup>-1</sup>. En base a los rendimientos promedios, se puede notar el impacto de la inundación al norte del Dpto. 9 de Julio. En la Figura 4 se observan los rendimientos de las últimas campañas algodoneras. La línea de tendencia indica un aumento anual de 50 kg.ha<sup>-1</sup> de rendimiento en bruto desde la campaña 2002/03 hasta la actual.

Zona este: 1.820 kg.ha<sup>-1</sup>, donde los rendimientos más altos, en promedio de 2.500 kg.ha<sup>-1</sup> se dieron en la zona centro del departamento General Obligado. La zona norte de este departamento y la zona centro-sur del departamento San Javier registraron niveles de rendimiento por debajo del promedio (efecto del exceso hídrico y capacidad productiva de sus suelos). En la Figura 4 se observan los rendimientos de las últimas campañas algodoneras. La línea de tendencia indica un aumento anual de 25 kg.ha<sup>-1</sup> de rendimiento en bruto desde la campaña 2002/03 hasta la actual.

## Rendimiento promedio de algodón en bruto según región

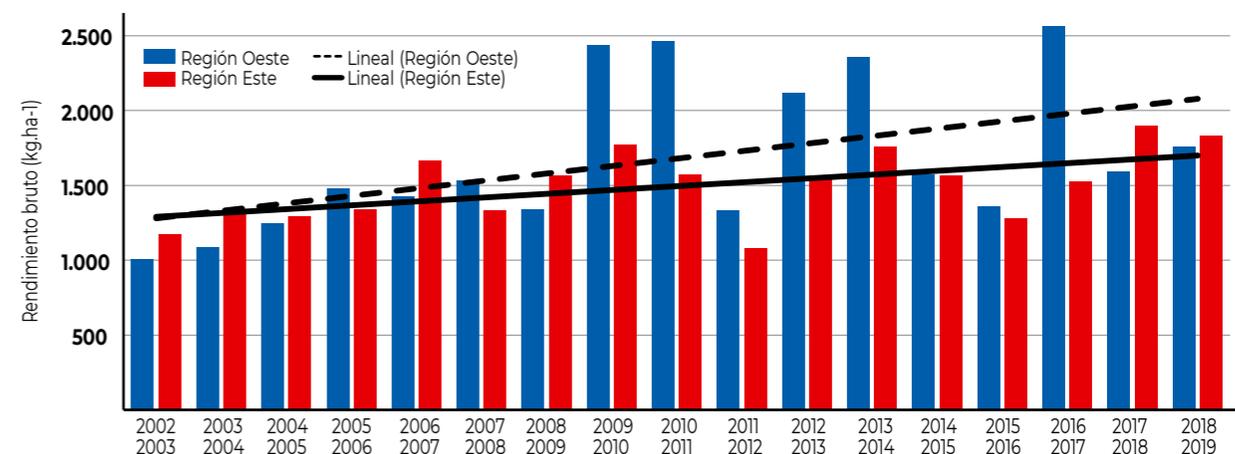


Figura 4: Evolución del rendimiento en bruto en kg.ha<sup>-1</sup> (barras) del cultivo de algodón para la región este (barras rojas) y oeste (barras azules) en la provincia de Santa Fe. Las líneas indican la tendencia del rendimiento desde la campaña 2002/03 hasta la 2018/19, tanto para la región este (línea sólida) y oeste (línea punteada).



En la región este de la provincia, fue posible analizar por segunda campaña consecutiva, la disminución del rendimiento a medida que se retrasa la fecha de siembra. Es importante remarcar que, en esta campaña, lotes sembrados a principios de octubre (sufrieron gravemente las consecuencias del exceso hídrico) presentaron igualmente rendimientos promedios superiores a lotes sembrados en fechas de siembra tardías (Figura 5).

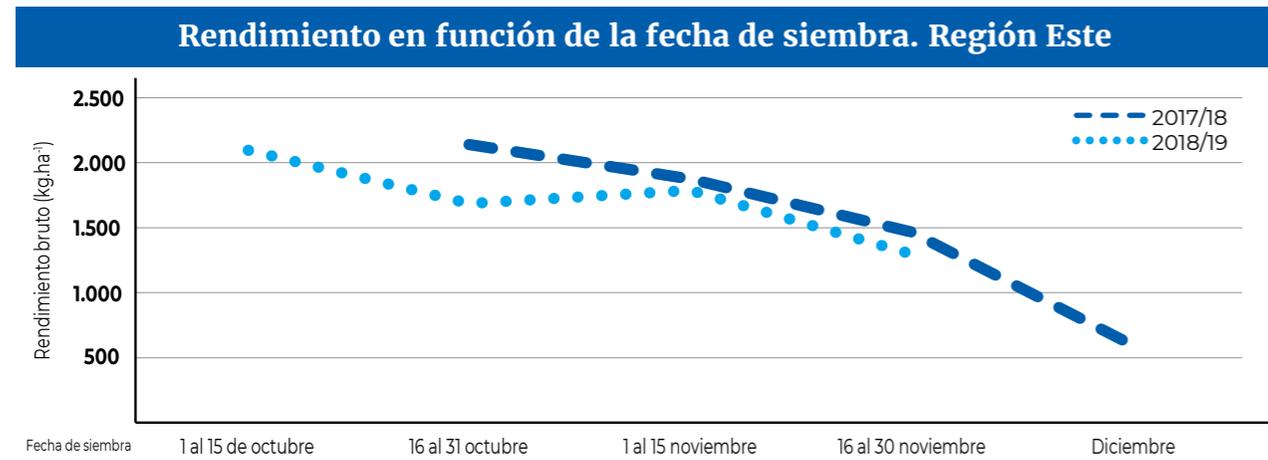


Figura 5. Rendimiento en función de la fecha de siembra en la región este de la Provincia, para las campañas 2017/18 (línea discontinua) y 2018/19 (línea punteada).

### RENDIMIENTO DE FIBRA

Los datos relevados indican un rendimiento de fibra promedio del 30% en la campaña 2018/19. El rango observado fue de 23 a 34%, con rendimientos de fibra desde 145 kg.ha<sup>-1</sup> hasta 1.120 kg.ha<sup>-1</sup>. El promedio en la región este de la provincia fue del 30,6% mientras que el oeste presentó un promedio de 28,2%. El promedio de las últimas 10 campañas se ubica en los 545 kg.ha<sup>-1</sup> de fibra.

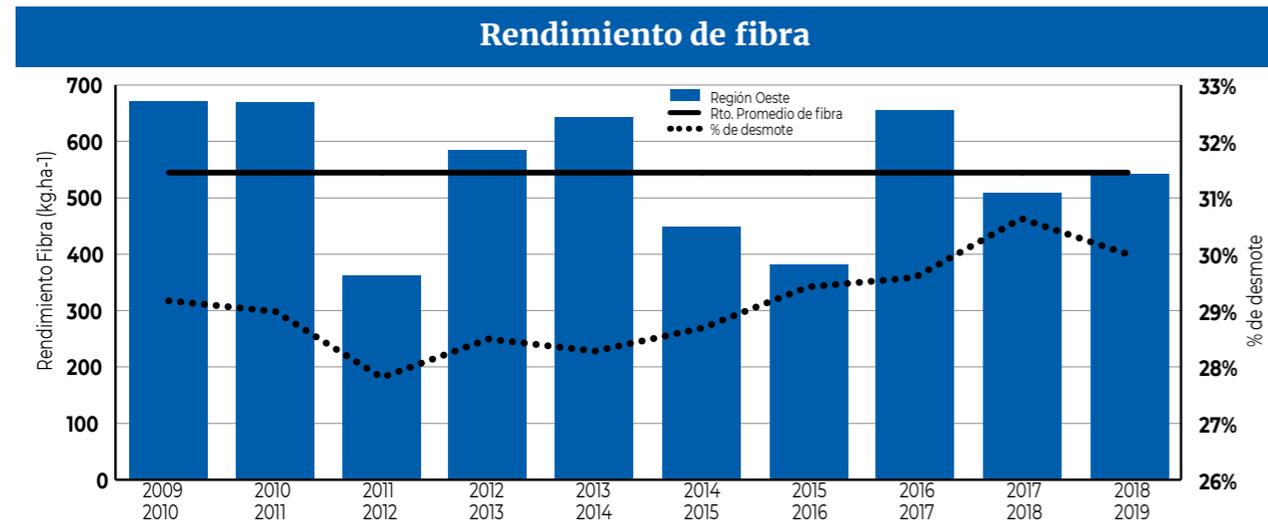


Figura 6. Rendimiento de fibra por campaña (barras azules), promedio de las últimas 10 campañas (línea negra), y porcentaje de desmote por campaña (líneas punteadas). Fuente: técnicos APPA.

### SISTEMA DE LABRANZA

En la campaña actual, la encuesta realizada marca que la superficie bajo siembra directa fue del 51%. En la Figura 7 se puede observar la evolución de adopción de esta práctica desde la campaña 2002/03 y el promedio en los últimos 10 años que se ubicó en el 58% de la superficie.

En la última campaña, la región este de la provincia registró un 30% de la superficie bajo siembra directa, mientras que el oeste, presentó un 60%. Algunos motivos por los que se realiza labranza son, mejorar la germinación en fechas de siembra tempranas (lotes que provienen de campo natural), mejorar el control de malezas, sistemas mixtos con ganadería y situaciones coyunturales.

### Superficie bajo siembra directa en la Provincia

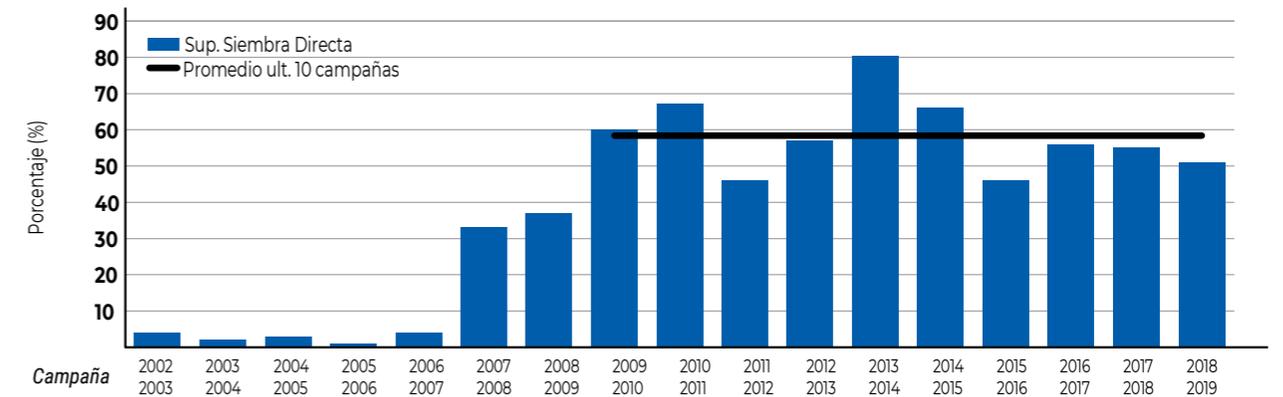


Figura 7. Evolución del porcentaje de la superficie bajo siembra directa (barras azules) y el promedio de los últimos 10 años (línea negra) en la provincia de Santa Fe. Datos de encuesta.

Según el relevamiento, en la Figura 8 se observa que el rendimiento general en la provincia es levemente superior (+4,5%) en sistema de siembra "convencional" o con labranza de suelo que bajo siembra directa.

### Rendimiento según sistema de labranza

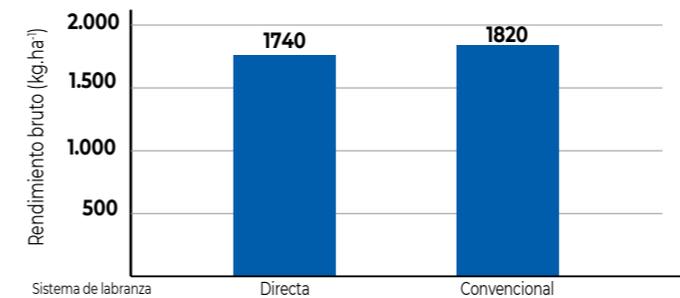


Figura 8. Rendimiento promedio en kg.ha<sup>-1</sup> según sistema de labranza.

### FERTILIZACIÓN

La práctica de la fertilización en base a productos sólidos es frecuente en el este provincial, teniendo en cuenta las limitantes en nutrientes como fósforo y nitrógeno. En la campaña actual, el relevamiento indicó que se ha fertilizado el 87% de la superficie, siendo la más alta registrada en los últimos 18 años (junto con la campaña 2007/08), según se observa en la Figura 8.

### Superficie fertilizada en el Este Provincial

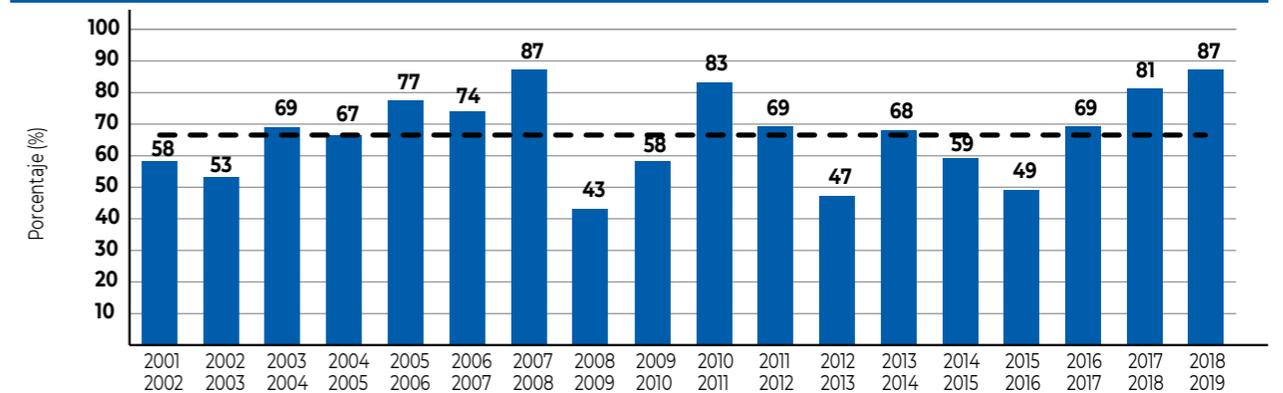


Figura 8. Porcentaje de superficie fertilizada en lotes del este provincial (barra azul). Además, promedio de las 18 campañas (línea negra discontinua).



Según el relevamiento de datos efectuados en la actual campaña, se puede realizar un promedio de la repuesta del cultivo a la fertilización en la región este de la provincia. Los datos presentados en la Figura 9 corresponden a más de 90 lotes. Se observó que cuando se fertilizó a la siembra, pero no en post-emergencia, el rendimiento comparado con lotes que no recibieron ninguna fertilización aumentó un 33%, mientras que cuando se fertilizó a la siembra y además en post-emergencia el rendimiento fue una 83% superior a lotes no fertilizados. Debe quedar en claro, que los datos presentados, son promedio ponderados por superficie de la campaña 2018/19 de la región este de Santa Fe. El análisis se realizó, sin discriminar manejos (disparos entre lotes) por lo que la información más importante debe ser la repuesta a la fertilización de manera cualitativa y no cuantitativa.

**Rendimiento bruto según fertilización. Región este**

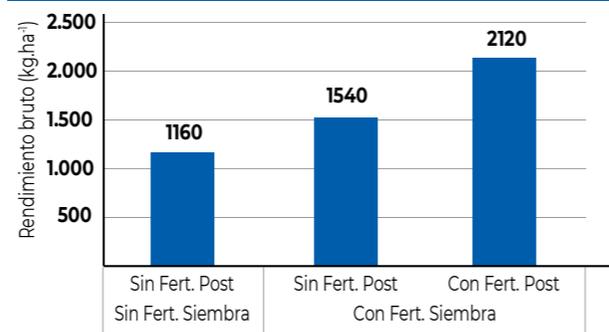


Figura 9. Promedios de rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup> según practica de fertilización realizada.

**SISTEMA DE COSECHA**

La cosecha mecánica ha sido utilizada prácticamente en la totalidad de la superficie. La cosecha manual en esta campaña correspondió a cuatro lotes de menos de 25 ha. En la Figura 10, se puede observar la evolución de la cosecha mecánica desde el 2002 hasta la actualidad y en la Tabla 2, se observa el porcentaje de superficie cosechada con sistema pickers, sistema stripper o manual a través de 12 campañas. Cabe aclarar nuevamente que son datos según la superficie encuetada.

Tabla 2. Porcentaje de la superficie cosechada según sistema de cosecha.

Sistema	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Cosecha Manual (%)</b>	16	19	11	5	2	1	0,5	0,5	0,5	0	0	0,4
<b>Mecánica pickers (%)</b>	46	31	17	24	8	14	7,5	17,5	8,5	9	4	1
<b>Mecánica stripper (%)</b>	38	50	72	70	90	85	92	82	91	91	96	98,6

**Cosecha Mecánica**

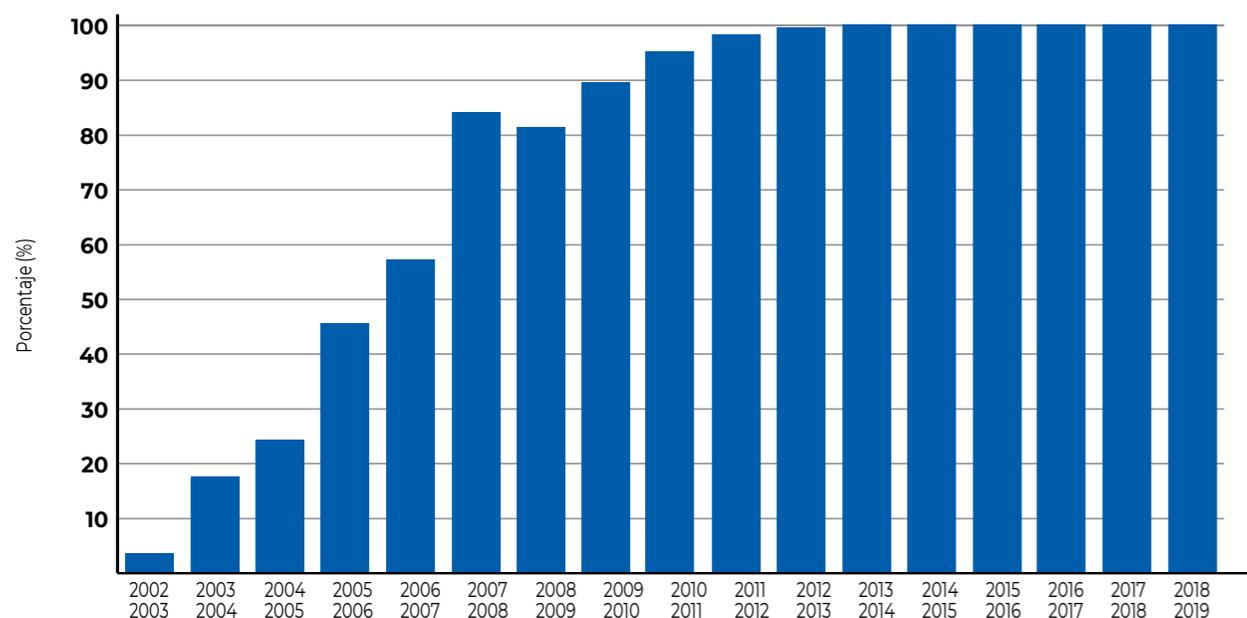


Figura 10. Evolución en el porcentaje de la cosecha mecánica desde la campaña 2002/03 hasta la 2018/19.



**OTROS DATOS DEL RELEVAMIENTO**

Además de los puntos mostrados hasta el momento, en la campaña actual se comenzó a relevar otros aspectos relacionados con el ciclo de producción con el objetivo de generar información para tratar de mejorar los niveles de rendimiento y calidad de fibra y además, detectar actividades (ej. ensayos) a realizar para verificar la factibilidad de diferentes manejos. Este relevamiento se ejecutó en ambas regiones, pero en esta campaña, la situación hídrica en la región oeste, complicó la normal ejecución de las actividades planificadas, por lo que mucha información no se puede exponer por falta de datos.

**Utilización de herbicidas pre-emergentes.**

La práctica de utilización de herbicidas pre-emergente en la región este, tanto para control de hojas ancha o fina o la combinación de ambos, se registró en el 60% de la superficie. Estos lotes, en promedio, lograron un leve aumento de rendimiento (Figura 11) en comparación a aquellos lotes donde no se utilizaron (datos ponderados por superficie).

En el oeste provincial, esta práctica se aplicó en el 75% de los lotes.

**Rendimiento en bruto región este, según tratamiento con herbicidas pre-emergentes**

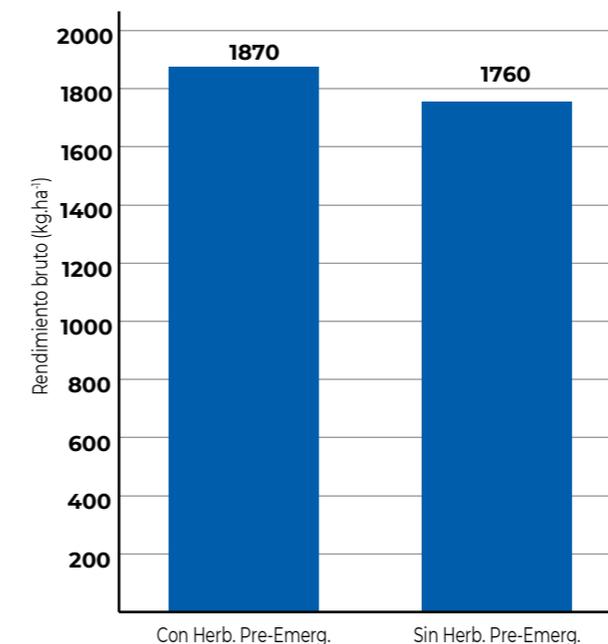
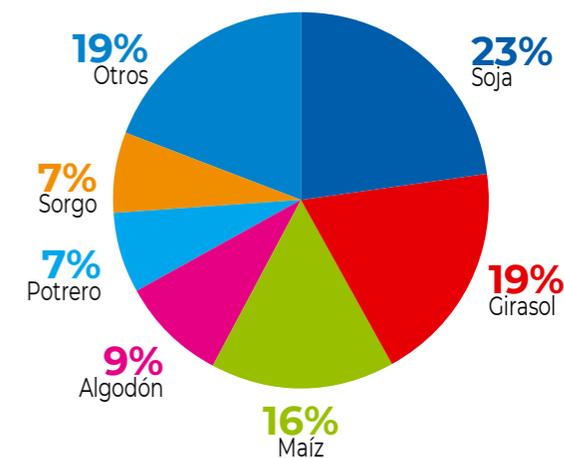


Figura 11. Promedios de rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup> según practica de herbicida utilizada.

**Cultivo antecesor**

Otra información que se puede mostrar en función de los datos relevados, es el porcentaje de superficie que cada antecesor ocupó. En la región este, el antecesor más utilizado fue la soja, seguido por el girasol y maíz, donde estos tres suman el 58% de la superficie. El 19% de superficie que figura en "Otros", son lotes con antecesor avena, melilotus, batata, entre otros (Figura 12). Por otro lado, en el Oeste provincial, el cultivo antecesor más utilizado fue el algodón, seguido por soja donde entre los dos sumaron el 72% de la superficie sembrada (Figura 12).

**Cultivo antecesor Este**



**Cultivo antecesor Oeste**

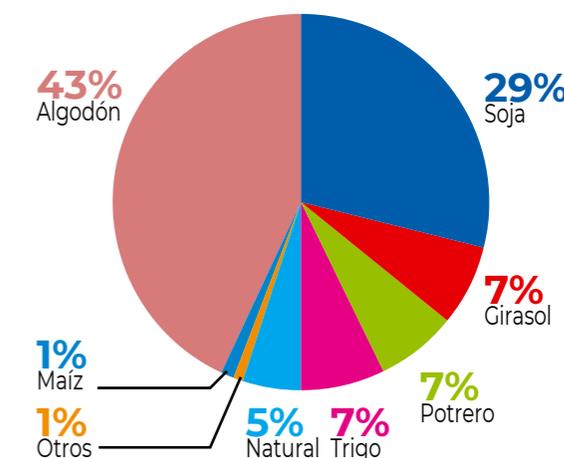


Figura 12. Porcentaje de cultivo antecesor en la región este y oeste provincial.



Rendimiento según antecesor. Región este

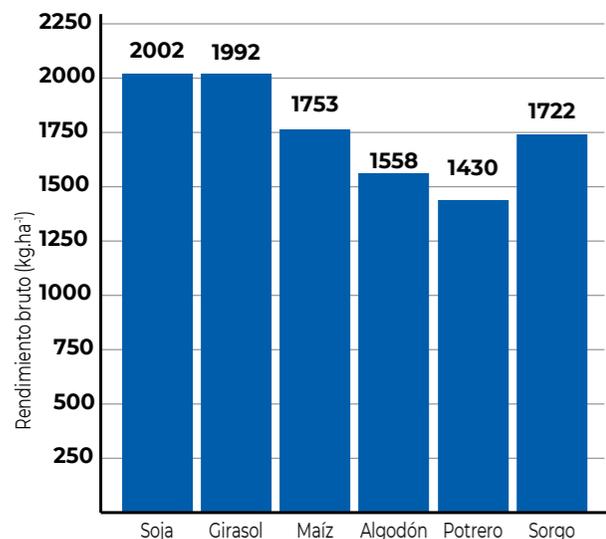


Figura 13. Promedios de rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup> según antecesor utilizado.

Por otro lado, se pudo realizar un análisis del rendimiento promedio de los lotes en función de los antecesores más utilizados (Figura 13). Se puede observar que el cultivo de algodón presentó mayores niveles de rendimiento con los antecesores soja y girasol. Los datos de rendimiento obtenidos de por cada antecesor fueron promedios ponderados por superficie y provienen de lotes con diferentes manejos.

Variedades

Las dos variedades más sembradas sobre la superficie provincial fueron DP 1238 y NuOpal, por lo que se realizó un análisis con datos obtenidos de ambas. Los datos presentados en la Tabla 3 corresponden a la región este y son promedio ponderado por superficie de más de 90 lotes. Se debe tener en cuenta que, en el análisis, no se tuvo en cuenta niveles de fertilización, antecesores, fechas de siembra, etc., (variables que influyen en los rendimientos).

Tabla 3. Características de las dos variedades más sembradas en el este de la provincia.

Variedad	Rendimiento bruto (kg.ha <sup>-1</sup> )	% desmote	Calidad
DP 1238	1.860	30,9%	D
NuOpal	1.690	30,2%	D

PICUDO DEL ALGODONERO

El picudo del algodón, plaga clave del cultivo del algodón, fue otra variable que fue monitoreada durante la campaña 2018/19. El mismo, es el principal objetivo de la puesta en marcha de las Comisiones Zonales Sanitarias.

En la Figura 14, se puede observar la evolución de las capturas en la región este, formada por una red de aproximadamente 300 de trampas colocadas en los lotes y además un índice de daño de picudo en el cultivo, donde 1 es sin daño, 2 es daño bajo, 3 es daño medio y 4 daño alto (datos provenientes del monitoreo de datos a campo).

Evolución capturas por trampas este

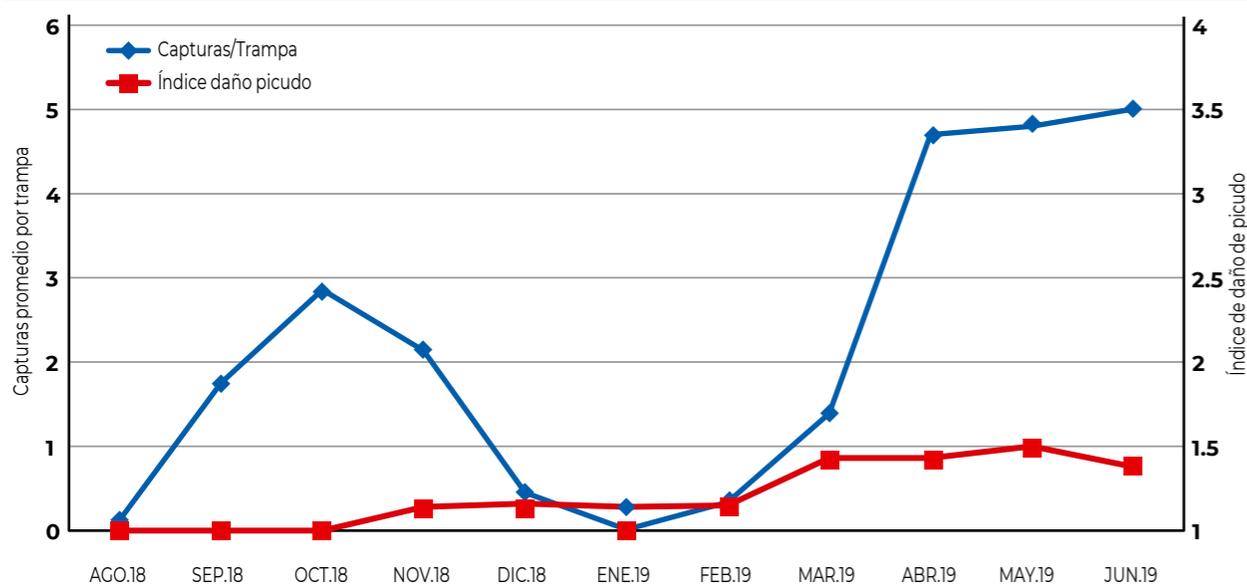


Figura 14. Evolución de las capturas promedio por trampa (línea azul) e índice de daño (línea roja) desde agosto 2018 hasta junio 2019 en la región este provincial.



La evolución de capturas que presenta la Figura 14, coincide con las observadas en años anteriores (publicadas en revistas de APPA), en donde el primer pico de capturas, se observa a mediados de octubre. Luego, las capturas comienzan a disminuir, debido a que las trampas dejan de ser atractivas para la plaga (además de que se realizan controles con aplicaciones de borde) y a fines de febrero y marzo se registra nuevamente capturas. Las mismas se deben a picudos que comienzan a migrar hacia refugios, momento que coincide con la aplicación de defoliante, cosecha y destrucción de rastrojos. Por otro lado, coincidentemente con la disminución de capturas en el mes de noviembre, diciembre y enero, comienza a observarse y elevarse el daño de picudo en el cultivo. En estos meses, no suele observarse un daño económico, pero si es fundamental realizar controles de la plaga, para evitar daños mayores posteriores. En lotes donde se realizaron fechas de siembra tardías, se registraron cultivos con daño económico debido al picudo del algodón.

Por otro lado, se colocaron trampas para verificar el avance del picudo desde la ciudad de Romang hasta la ciudad de San Javier por Ruta Provincial N°1. El análisis de los datos arroja que se detectaron capturas de hasta 25 km al sur de Romang.

En el oeste provincial no fue posible realizar un monitoreo continuo de las trampas a causa de las inundaciones, debido a que las mismas, imposibilitaron la oportunidad de llegada a las trampas para su registro.

SEGUIMIENTO DEL CULTIVO

Se realizó un seguimiento fenológico del cultivo, el cual está asentado en la Tabla 4. Los datos pertenecen a la región este de la provincia. Nótese que, durante el mes de diciembre, prácticamente en el 85% de la región, los lotes de se encontraban en estado reproductivo. Para disminuir los efectos de la plaga, es fundamental que se registre una concentración de la floración tal como se registró en esta campaña.

Tabla 4. Porcentaje de lotes de la región este provincial en los distintos estados fenológicos en cada mes.

FENOLOGÍA	Nov/18	Dic/18	Ene/19	Feb/19	Mar/19	Abr/19	May/19	Jun/19
Siembra	9%							
Vegetativo	52%	15%						
Pimpollado	33%	13%	4%					
Inicio de Floración	4%	34%	1%					
Plena Floración	3%	16%	22%	1%				
Comienzo Formación Bochas		17%	24%	9%				
Plena formación Bochas		5%	50%	18%	8%	2%		
20% Apertura de bochas				20%	6%	5%	1%	
50% bochas abiertas				22%	11%	3%	1%	
80% bochas abiertas				20%	11%	10%	4%	
Maduración				8%	25%	24%	24%	15%
Cosecha				2%	38%	56%	70%	85%

A lo largo de éste informe se han mostrado resultados del relevamiento, mucho de los cuales pueden ser objeto de discrepancia y/o discusión y/o no adecuarse a lo sucedido en una zona en particular. Se debe tener en cuenta que corresponden a una campaña que, aunque en “todos los años algo pasa”, fue particular porque había lotes que se presentaban a mostrar valores de rendimientos muy bueno y que sin embargo no ha sido así y terminan modificando los resultados mostrados. Posiblemente en los próximos años, podamos comenzar a sectorizar las zonas dentro de ambas regiones (oeste y este), (por ejemplo, en el este, zona norte del Departamento General Obligado y, por otro lado, centro-norte del General Obligado, Sureste Departamento Vera y Norte del Departamento San Javier y Centro-Sur del Departamento San Javier). Igualmente, la información recolectada sirve para caracterizar una región.

Del relevamiento a campo, participaron los Ings. Agrs. David Paulin, Leonardo Masin, Federico Dike, Jonatan Bianchi, Pablo Menapace, Alexis Antinori y Emanuel Dolzani. Por otro lado, Matías Tessini y Amilcar Martel, también participaron, en el análisis de datos en gabinete y monitoreo de imágenes satelitales respectivamente.



# Laboratorio HVI

2019

Resp. Lab. Buyatti Nicolas D.  
laboratorio@appasantafe.org.ar

## INTRODUCCIÓN

En orden de cumplir con los requisitos para obtener la calificación de “Laboratorio Oficial-Referente de la provincia de Santa Fe”, “Laboratorio con certificación BREMEN” y continuar cumpliendo con los más altos estándares internacionales que benefician a toda la cadena algodonera, esta campaña, se realizaron importantes implementaciones y mejoras.

## NUEVO AMS (AIR MANAGEMENT SYSTEM)

Durante el mes de marzo se comenzaron los trabajos de instalación y adecuación del nuevo equipamiento adquirido para el control de las condiciones ambientales de la sala de análisis. El equipo marca DAIKIN de origen japonés (Figuras 1, 2 y 3), cuenta con un chiller de agua inverter que permite el control preciso de la temperatura y la humedad relativa. Adicionalmente, al contener todos sus módulos operativos en el área exterior del edificio, permitió aumentar en un 100% la capacidad de almacenaje de muestras, y contando ahora con la posibilidad de instalación de un equipo HVI adicional.



Figura 1, Figura 2, Figura 3. AMS Daikin

## SOFTWARE ESPECIFICO

El proceso comienza al recibirse las muestras en las instalaciones del laboratorio, que deben ser ingresadas a una base de datos de clientes para poder asociar sus resultados a una orden de análisis y así llevar una estadística precisa en cuanto a trabajos realizados. Para esta campaña, se implementó software a medida que cumple con lo requerido y a su vez, se encuentra vinculado en tiempo real con el área administrativa, permitiendo un manejo ágil y manteniendo la confidencialidad de cada cliente.

## SERVIDOR DE DATOS

Se realizó la instalación de un servidor de datos en el laboratorio que permite manejar con mayor seguridad y confidencialidad, los datos de cada análisis HVI y a su vez, ejecutar rutinas automáticas de backup de la información para poder responder con rapidez ante cualquier contingencia y así garantizar la continuidad de los trabajos en curso. El servidor posibilita a futuro, subir datos a la web de APPA para la creación de una base de datos de fibra online.

## PARTICIPACIÓN EN EL CSITC

El CSITC (Estandarización Comercial de Instrumentos de Prueba de Algodón) está conformado por un panel de expertos en pruebas de instrumentos de algodón para explorar la mejor manera de establecer un Acuerdo Internacional sobre Clasificación de Algodón Basado en Instrumentos y así asegurar que los resultados de las pruebas sean uniformes en todos los laboratorios de clasificación del mundo. El Grupo de trabajo sobre CSITC promueve el uso de pruebas de instrumentos objetivas y confiables en lugar de la clasificación manual, a lo largo de la cadena de valor del algodón. Como requerimiento para lograr este año alcanzar la Certificación Bremen, el laboratorio HVI se encuentra participando de las 4 pruebas obliga-

torias de la campaña (Figuras 5, 6 y 7). Hasta el momento se ha superado con éxito la tercera de cuatro fases de pruebas del CSITC luego de evaluarse los resultados en el USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos). El laboratorio se ubica actualmente en el puesto 3° a nivel mundial de entre 120 laboratorios que participaron este año.



Figura 5. Muestras estándar de algodón Upland. Figura 6, Figura 7. HVI

## INSTALACION DE SENSORES

Se realizó la adquisición e instalación de 2 sensores TESTO SAVERIS II (Figuras 4) en la sala de análisis HVI. Los mismos se ubican en dos puntos distintos de la sala, colgando a media altura entre el cielo raso y el piso del recinto. Permiten almacenar mediciones minuto a minuto de la humedad relativa y la temperatura ambiente. A su vez, estas mediciones se suben a la nube y se proyectan en tiempo real en un Smart TV ubicado en la misma sala, encendiendo una alarma en caso de superar a los valores recomendados.



Figura 4. Sensor TESTO SAVERIS II

## CERTIFICACION BREMEN

ICA Bremen, es un centro internacional de excelencia para el testeo de algodón, investigación y formación de calidad, que ha desarrollado su plan basado en ASTM (Sociedad Americana para pruebas y materiales) y CSITC (Estandarización Comercial de instrumentos de Prueba de Algodón), así como sobre la base de las buenas prácticas de laboratorio USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) y su propia experiencia.

Abierto a cualquier laboratorio internacional de algodón, los laboratorios participantes tienen que cumplir con un elevado nivel de aseguramiento de la calidad basada en criterios específicos en ocho módulos, incluso acondicionado, mantenimiento, calibración y ensayo de los procedimientos.

Teniendo como objetivo continuar manteniendo los más altos estándares internacionales para beneficio de toda la industria del algodón, y de continuar cumpliendo con los requerimientos de las pruebas del CSITC, el laboratorio se constituirá como único en el país con Certificación Bremen y como el 13<sup>avo</sup> en el mundo al finalizar la actual campaña.



Figura 8. Director de ICA Bremen Dr. Robert Jiang, Resp. Lab. Nicolas D. Buyatti



### PROYECTO CÓDIGO DE BARRAS

Se implementó correctamente el proyecto piloto “Código de barras” que tomo forma durante la campaña algodoneera pasada y que consiste en entregar por parte de APPA sin costo alguno la cantidad de 1.000 etiquetas universales con códigos de barra a los desmotadores usuarios del servicio HVI que aún no trabajan con dicho sistema.

El proyecto fue aceptado por las empresas: KATHE S.A – General Pinedo, Chaco, CAMSA S.A – General Pinedo, Chaco y ACRIBA S.A – Villa Minetti, Santa Fe (Figuras 9, 10 y 11). Esto permite aumentar drásticamente la velocidad en los análisis del laboratorio y a su vez apoyar a dichas empresas a implementar de manera definitiva el sistema.

La etiqueta con diseño universal, se confecciono en material laminado resistente a la intemperie y autoadhesivo para su fácil colocación. Cuenta con la sección superior que está diseñada para ser adherida directamente al fardo de fibra, y con 3 identificaciones para utilizar en las muestras (original, duplicado y triplicado) correspondientes a dicho fardo.



Figura 9, Figura 10, Figura 11. Muestra etiquetas universales

### CONVENIOS UTN - APPA

La temporada de práctica profesional supervisada (PPS) comenzó el día 15/04/2019 firmándose el convenio correspondiente con la Universidad Tecnológica Nacional.

Esta modalidad utilizada desde el comienzo de las actividades del laboratorio, permite capacitar jóvenes durante 60 días, y contar con personal formado entre campañas para su posible selección y/o contratación.

Durante este periodo se capacitaron a 2 jóvenes de la carrera “Licenciatura en administración rural”.

### CHARLAS INFORMATIVAS

Desde sus inicios, el laboratorio fue un punto importante de difusión para estudiantes, productores (Figuras 12 y 13), profesionales y autoridades interesados en recibir información sobre la operativa de este laboratorio y su importancia en la cadena algodoneera. Tanto esta campaña como en las anteriores, se continúan promoviendo las visitas a las instalaciones del laboratorio.



Figura 12, Figura 13. Capacitación a productores

### ACTUALIDAD DEL ALGODÓN EN EL MUNDO

# Panorama de los mercados para el sector algodoneero

Ruiz Lorena  
Economista  
Comité Consultivo Internacional del Algodón - ICAC

### PRINCIPALES INDICADORES DE MERCADO MUNDIAL Y DE LOS PAÍSES PARTICIPANTES DEL PROYECTO MÁS ALGODÓN

La fibra de algodón es actualmente la segunda materia prima más demandada por la industria textil a nivel mundial. La superficie algodoneera ha fluctuado entre 29 y 36 millones de hectáreas en los últimos cuarenta años. El algodón se cultiva en aproximadamente solo el 2,5% del área cultivable mundial y representa entre el 6% y 6,5% del valor total de pesticidas mundiales que se aplican cada año.

Cinco países, India, China, Estados Unidos, Pakistán y Uzbekistán representan el 77% del área total de algodón del mundo. Alrededor del 88% de los productores de algodón pertenecen a los cuatro países asiáticos, India, China, Pakistán y Uzbekistán. La oferta algodoneera mundial ha aumentado de forma constante y hoy se produce casi el doble del algodón que se producía hace cuatro décadas (Figura 1). Este incremento en la producción ha sido posible gracias al aumento del rendimiento promedio mundial de fibra, el cual paso de 411 kg.ha<sup>-1</sup> en 1980/81 a alrededor de 800 kg.ha<sup>-1</sup> en 2018/19. Entre los cinco principales países productores de algodón, solo tres de ellos registran rendimientos por encima del promedio mundial, a saber, China (1.794 kg.ha<sup>-1</sup>), Brasil (1.700 kg.ha<sup>-1</sup>) y USA (968 kg.ha<sup>-1</sup>). Mientras que, en la última década, los rendimientos de India y Pakistán permanecen rezagados en 500 kg.ha<sup>-1</sup> y 680 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

### Producción y demanda mundial de algodón en los últimos 20 años.

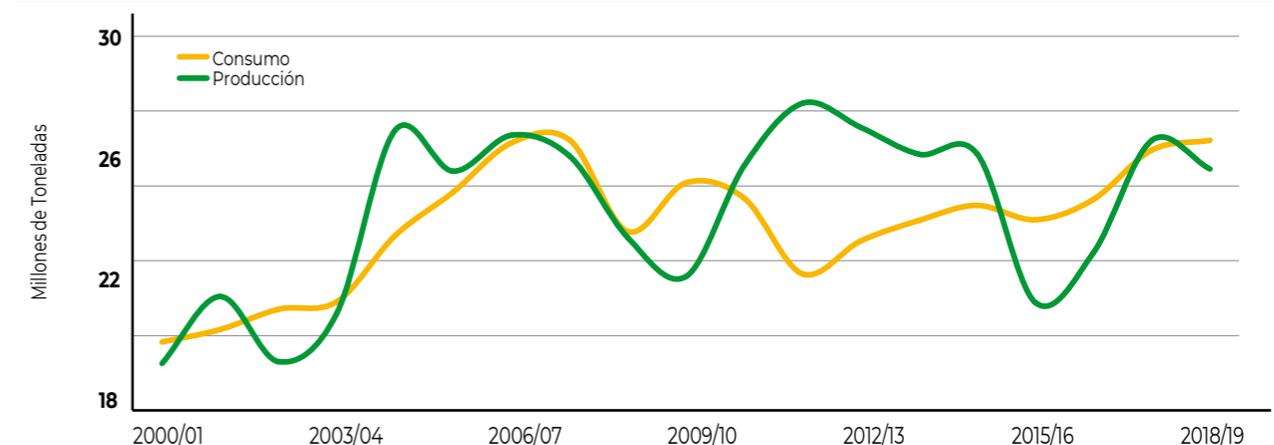


Figura 1. Producción y demanda mundial de algodón en los últimos 20 años.

### A. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ALGODÓN FIBRA

La tasa media de crecimiento de la producción mundial durante los últimos cuarenta años ha sido del 1,6% anual, o alrededor de 304.000 toneladas año. La producción de fibra creció a un ritmo constante entre 1980 y 1984, en donde alcanzó un total de 19 millones de toneladas. Este aumento se dio principalmente como respuesta a los incentivos del mercado y a una mayor utilización de mejores variedades de semillas. En la década de los 90, la producción de fibra alcanzó un nuevo máximo histórico de 21 millones de toneladas. La introducción y adopción de variedades de algodón transgénico, las cuales ayudaron a proteger el cultivo de los ataques de plagas, sumado al aumento significativo en el uso de fertilizantes, el incremento del área bajo riego, mayores inversiones, cambios en la arquitectura de la planta, aumentos en la densidad de siembra, mejores prácticas de producción, y un incremento en la superficie algodoneera, hicieron que la producción de fibra mundial alcanzara una cifra récord de casi 28 millones de toneladas en 2011/12. Sin embargo, la caída de los precios internacionales, aunado al exceso y déficit de lluvias en algunas regiones y al desarrollo de resistencia de insectos al algodón Bt, impactaron negativamente la producción y ésta cayó a 21,5 millones de toneladas en 2015/16, la más baja en trece años.



En las últimas tres temporadas la producción mundial se ha venido recuperando y en 2018/19 se produjeron un total de 25,7 millones de toneladas.

**Principales países productores**

*India*

India tiene sin duda la mayor superficie algodoneira y el mayor número de productores a nivel mundial. Alrededor de 7 millones de agricultores cultivan algodón en sistemas de pequeña escala en aproximadamente 12 millones de hectáreas. Entre el 65%-67% del algodón de la India se produce en condiciones de secano y entre el 33%-35% restante se produce en tierras irrigadas. El algodón se siembra entre abril y mayo en el norte de la India, de junio a julio en el centro y de julio a septiembre en el sur. El 95% del área se siembra con algodón híbrido (Bt-Bollgard-II); y los estados de Maharashtra, Gujarat y Telangana ocupan el 70% de la superficie algodoneira del país.

Entre las temporadas 2006/07 y hasta 2014/15, India se mantuvo como el segundo mayor productor de fibra a nivel mundial. En 2015/16 y gracias a la disminución en la producción de fibra en China, India pasó a ocupar el primer puesto en el ranking mundial, el cual pudo mantener durante las siguientes tres temporadas. Sin embargo, dado la escasez de lluvias, la producción de fibra cayó a 5,45 millones de toneladas en 2018/19, la más baja en nueve años. La participación de India en la producción mundial de fibra ha fluctuado entre el 21% y 26,8% en el último quinquenio. No cabe duda de que uno de los grandes problemas que enfrenta el sector algodoneiro en la India es el estancamiento de los rendimientos de fibra. El rendimiento promedio nacional se ha mantenido entre 460 y 560 kilogramos de fibra por hectárea en los últimos doce años, y esto muy a pesar de que el área sembrada se encuentra casi saturada con híbridos de algodón Bt.

De acuerdo con el análisis presentado por el director de la sección técnica del ICAC, en una de las sesiones del comité permanente, en India, "existe la necesidad de desarrollar sistemas de producción que den como resultado altos rendimientos con bajos costos de insumos. El sector algodoneiro cuenta con un sistema de baja densidad en donde cada planta produce alrededor de 80-100 capsulas por planta, lo que, por defecto, hace que el cultivo tenga una duración de 180 a 240 días, con una ventana crítica de aproximadamente 80 a 120 días. Esto hace que el cultivo sea mucho más vulnerable al ataque de plagas y al estrés hídrico, y por ende se obtengan menores rendimientos."

*China*

China ha jugado un rol muy importante en la industria algodoneira mundial, como mayor productor, consumidor e importador de fibra de algodón. Entre el periodo 2011-2013, China transformó su política algodoneira y paso a un sistema formal de apoyo a los precios para algodón a través de la creación de un programa temporal de compras para la reserva nacional. Esta nueva política de acumulación de inventarios ayudo a mantener los precios de algodón, domésticos e internacionales, en niveles relativamente altos. Después de llegar a acumular un poco más del 60% de los inventarios finales mundiales, China decide cambiar

nuevamente su política algodoneira y establece un precio objetivo para la producción de algodón en la región de Xinjiang. Actualmente esta región produce alrededor del 84% de la oferta de fibra del país.

En 2018/19, China sembró un total de 3,37 millones de hectáreas y produjo 6 millones de toneladas de fibra. El rendimiento promedio fue de casi 1.800 kg.ha<sup>-1</sup>, uno de los más altos a nivel global. Si bien la oferta de fibra de China aumentó significativamente frente a las dos temporadas anteriores, esta sigue siendo 25% o 2 millones de toneladas inferior a su máximo histórico de 8,07 millones de toneladas producidos en 2007/08.

*Estados Unidos*

Estados Unidos es, desde el año 2006/07, el tercer mayor productor de fibra y representa alrededor del 14% de la producción mundial. En la última década, la producción de fibra de Estados Unidos ha fluctuado entre 2,7 y 4,6 millones de toneladas. A pesar de esta gran brecha, Estados Unidos ha mantenido su liderazgo como mayor exportador de fibra, representando aproximadamente el 32% del total. En 2018/19, el país sembró alrededor de 4,2 millones de hectáreas, produjo casi 4 millones de toneladas de algodón fibra (Figura 2) y obtuvo un rendimiento promedio de 950 kg.ha<sup>-1</sup>.

Uno de los principales acontecimientos registrado en 2018, fue el inicio de la guerra comercial entre Estados Unidos y China. La disputa comercial inicio en junio del año pasado y se ha extendido por más de un año. Una de las principales consecuencias de esta disputa ha sido la disminución de las importaciones de algodón de China desde los Estados Unidos. En los primeros diez meses del año algodoneiro 2018/19, China importó un total de 1,8 millones de toneladas, de las cuales 278.500 toneladas fue algodón americano. En 2016/17 y 2017/18, Estados Unidos represento cerca del 48% del total de las importaciones de algodón de China, seguido por Australia (15%) y Brasil (6%). Sin embargo, dado el incremento en el arancel impuesto por China para la importación de algodón americano, el cual paso del 10% al 25%, la participación de Estados Unidos cayó a tan solo 16% en 2018/19. Actualmente el principal destino de las exportaciones de algodón americano es Vietnam, Turquía, China e India.

*Brasil*

Brasil es hoy en día uno de los principales productores y exportadores de algodón a nivel mundial. La aparición de nuevas regiones productoras de algodón, sumado a la utilización de tecnologías avanzadas, y la participación de todos los enlaces que involucran la cadena de algodón, así como las agencias gubernamentales, han hecho que el sector algodoneiro brasileño se convierta en uno de los principales proveedores de fibra del mundo. Desde la temporada 2003/04 y hasta 2016/17, Brasil ocupó el quinto lugar como mayor productor de fibra. A partir de 2017/18, y gracias al aumento del área en la región de Mato Grosso, la cual representa un poco más del 65% de la superficie algodoneira nacional, hicieron que Brasil se convirtiera en el cuarto mayor productor de fibra a nivel mundial, superando a Pakistán.

En 2018/19, el área algodoneira de Brasil aumentó a 1,6 millones de hectáreas y la producción de fibra alcanzo un nuevo máximo histórico de 2,65 millones de toneladas. El rendimiento promedio de fibra fue de 1.665 kg.ha<sup>-1</sup> (Figura 3), el segundo más alto en la última década. Este aumento en la producción, hizo que Brasil superara a India y se convirtiera por primera vez en el segundo mayor exportador mundial de algodón.

La tensión comercial entre Estados Unidos y China le ha brindado una gran oportunidad al algodón brasileño de aumentar su cuota de mercado en las importaciones de algodón de China. Entre agosto de 2018 y mayo de 2019, China importó 432.000 toneladas de fibra proveniente de Brasil, dando cuenta del 24% del total de las importaciones. Esta cuota de mercado es significativamente superior al 8% registrado en 2017/18 y al 5% registrado 2016/17.

Uno de los principales desafíos que enfrenta la industria algodoneira en Brasil es la supresión y erradicación del picudo del algodoneiro. No obstante, Embrapa se encuentra trabajando en el desarrollo de un algodón transgénico resistente a esta plaga. El costo de la semilla transgénica es

otro de los grandes desafíos ya que éste limita la adopción de nuevos eventos transgénicos por parte de pequeños productores.

*Pakistán*

La producción de fibra de Pakistán se concentra en dos provincias principalmente, Punjab, representa alrededor del 75%, y Sindh el 25%. En los últimos veinte años, la superficie algodoneira ha fluctuado entre 2,5 y 3,2 millones de hectáreas. Se estima que 1,8 millones de agricultores cultivan algodón, con un de finca promedio de 1.33 hectáreas. En 2018/19 se sembró un total de 2,68 millones de hectáreas y se produjeron alrededor de 1,7 millones de toneladas. El rendimiento de fibra promedio fue de 623 kg.ha<sup>-1</sup>, el segundo más bajo en cinco años, y muy por debajo del rendimiento potencial ya que el algodón se cultiva en casi su totalidad bajo riego. Uno de los grandes desafíos de la industria algodoneira en Pakistán es la producción de germoplasmas mejorados y semillas de buena calidad, lo que ayudaría a incrementar el rendimiento promedio de fibra.

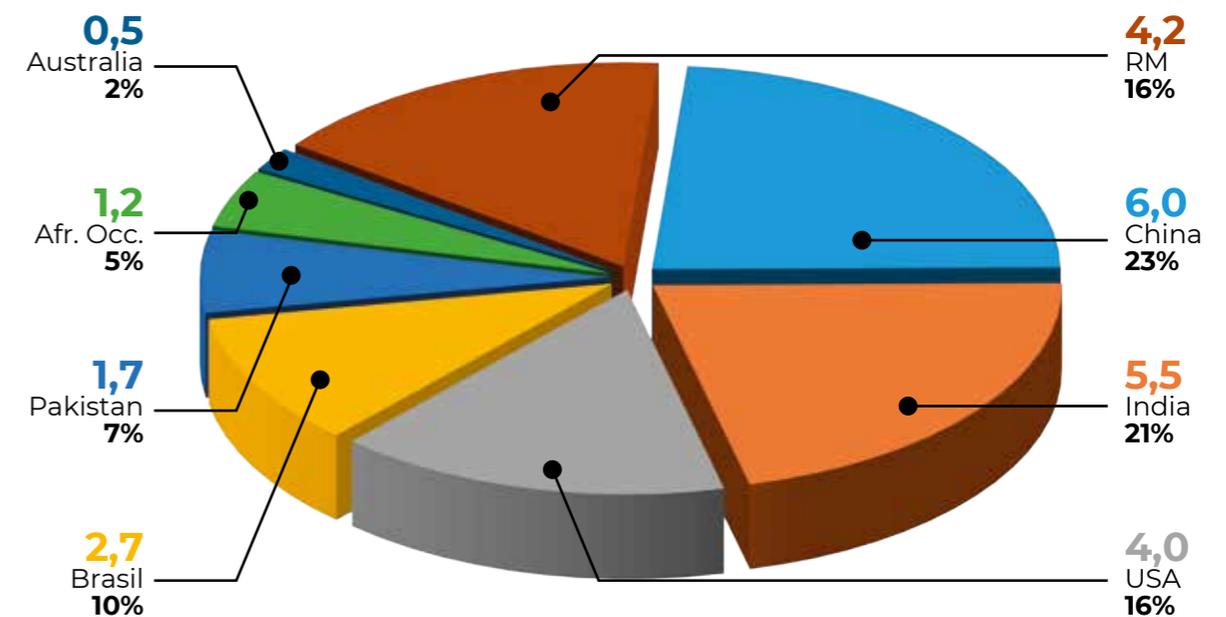


Figura 2. Millones de toneladas de fibra de algodón producidos por país y porcentaje total del total en la campaña 2018/19. RM: Resto del mundo.

**Producción de Algodón en América Latina y el Caribe**

Aunque la oferta de fibra ha aumentado en la región en los últimos cuarenta años, paso de 1,6 millones de toneladas a 3,37 millones de toneladas, este incremento ha sido liderado básicamente por Brasil.

En **Paraguay**, a principios de los años 90, el algodón era el principal rubro de exportación del país, llegando a representar el 34% del total de las exportaciones paraguayas. La mayor superficie de cultivo se alcanzó en la temporada 1990/91, con un área de 560.000 hectáreas; desde entonces la superficie algodoneira ha disminuido

sostenidamente y en 2018/19 se sembraron alrededor de 15.000 hectáreas. Entre las principales razones que explican la caída en la superficie se encuentran:

- Debilitamiento de los programas de investigación y producción de semillas.
- Nula o baja transferencia de tecnología.
- Introducción de variedades no adecuadas y susceptibles a enfermedades.
- Falta de relevo generacional.
- Sistemas de comercialización inadecuados.





En **Perú**, el sector algodonero mantuvo una superficie superior a las 50.000 hectáreas hasta la temporada 2007/08. A partir de ese momento, la producción de fibra ha descendido año tras año y hoy se producen alrededor de 20.000 toneladas, es decir 65% menos que hasta ese entonces. Los principales factores que explican la disminución de la superficie son: la baja rentabilidad del algodón frente a otros cultivos, las políticas de gobierno que promovían la sustitución del algodón, y por las importaciones de textiles más baratos provenientes de Asia. De igual forma, se observa un incremento significativo de las importaciones de fibra de algodón proveniente de Estados Unidos, después de la firma del Tratado de Libre Comercio (TLC). En 2009, el total de importaciones de fibra de Perú ascendió a 47.000 toneladas; en 2018, el total de fibra importada totalizó 51.800 toneladas, de las cuales 99,4% provienen de USA.

**Colombia** fue durante muchos años un gran productor y exportador de fibra de algodón. Sin embargo, en la última década, el área algodonera ha seguido la misma tendencia de países como Paraguay y Perú. En 2016/17, la oferta de algodón fibra cayó a su nivel más bajo registrado históricamente (7.700 toneladas). Entre las principales razones que explican esta caída se encuentran: baja competitividad del cultivo, altos costos de producción; la disponibilidad de semillas adaptadas a cada zona agroclimática y la deficiencia en los canales de comercialización de la fibra.

Una de las grandes ventajas que tiene la producción de fibra en Colombia, es que la productividad promedio de algunas regiones es muy superior al promedio mundial (800 kg.ha<sup>-1</sup>). En la región del Interior, el rendimiento de fibra promedio sobrepasa la barrera de los 1.000 kg.ha<sup>-1</sup> desde el año 2006. Mientras que, en la región Costa, el rendimiento promedio ha fluctuado entre 600 y 800 kilogramos de fibra por hectárea en el último quinquenio.

En el caso de **Argentina**, la producción de fibra ha permanecido relativamente estable en alrededor de 230.000 toneladas en los cinco años, a excepción de la temporada 2016/17, en donde los bajos precios, rendimientos, clima y condiciones laborales tuvieron un impacto negativo en la producción. El rendimiento fibra promedio en Argentina ha venido experimentando un lento aumento, aunque éste sigue estando por debajo del promedio mundial. En la década de los 90, el rendimiento promedio de fibra era de 422 kg.ha<sup>-1</sup>; en los años 2000, el rendimiento promedio aumentó a 439 kg.ha<sup>-1</sup>. A partir de la temporada 2016/17, el rendimiento promedio de fibra es superior a 650 kg.ha<sup>-1</sup>

(Figura 3). Este incremento en los rendimientos se debió principalmente a la implementación de surcos estrechos, un mejor manejo de plagas, especialmente el picudo del algodonero, a la transferencia de tecnología y capacitación de los productores y el aumento de la superficie bajo riego.

El sector algodonero en Argentina enfrenta grandes desafíos. El desarrollo de nuevas variedades adaptadas a las distintas regiones productoras es limitado. El 90% de la superficie algodonera se siembra actualmente con la variedad NUOPAL, la cual lleva en el mercado desde el año 2009. Por otra parte, el sector cuenta con unos de los índices de desmote más bajos a nivel mundial, entre el 28% y 30%.

**México** fue exportador neto de fibra de algodón hasta finales de la década de los 80. Sin embargo, el cultivo comenzó a perder relevancia en los años siguientes, debido principalmente a la caída de los precios internacionales, crecientes costos de producción y a la incidencia de plagas. La producción algodonera en México depende de tres Factores fundamentales: los precios del algodón, recursos hídricos y disponibilidad de semillas. La producción de algodón mexicano descendió de 353.000 toneladas en 1980/81 a 24.000 toneladas en 1993/94. Este descenso se debió principalmente a la caída de los precios internacionales, los cuales pasaron de 94 a 57 centavos de dólar libra. Desde entonces, la oferta de fibra de algodón del país se ha recuperado y hoy alcanza un nivel similar al observado hace cuatro décadas. En 2018/19, el área algodonera creció por tercera temporada consecutiva y se sembraron un total de 244 mil hectáreas. El aumento de la superficie se dio gracias a la rotación de cultivos y a los mejores precios del algodón frente a los cultivos competidores como el sorgo y el maíz. En México, la producción de algodón fibra ocurre principalmente en cinco estados. Chihuahua, concentra la mayor parte de la superficie algodonera del país, representando el 70% del área. De acuerdo con los registros de georreferenciación, un total de 7.216 productores algodoneros y 69 plantas desmotadoras participaron en la 2018/19. La recolección es 99% mecánica y si bien la mayor parte del algodón se recoge con cosechadoras stripper, hay algunos agricultores que prefieren el uso de cosechadoras tipo picker, dado el menor contenido de basura en la fibra. Prácticamente el 100% de la superficie sembrada en México es de riego. El rendimiento promedio de fibra de algodón en México es hoy por hoy uno de los más altos a nivel mundial. A pesar de que los rendimientos de fibra varían significativamente de un estado a otro, el rendimiento promedio de fibra por hectárea a nivel nacional es de aproximadamente 1.600 kilogramos.

### Rendimiento fibra por hectárea promedio en distintos países

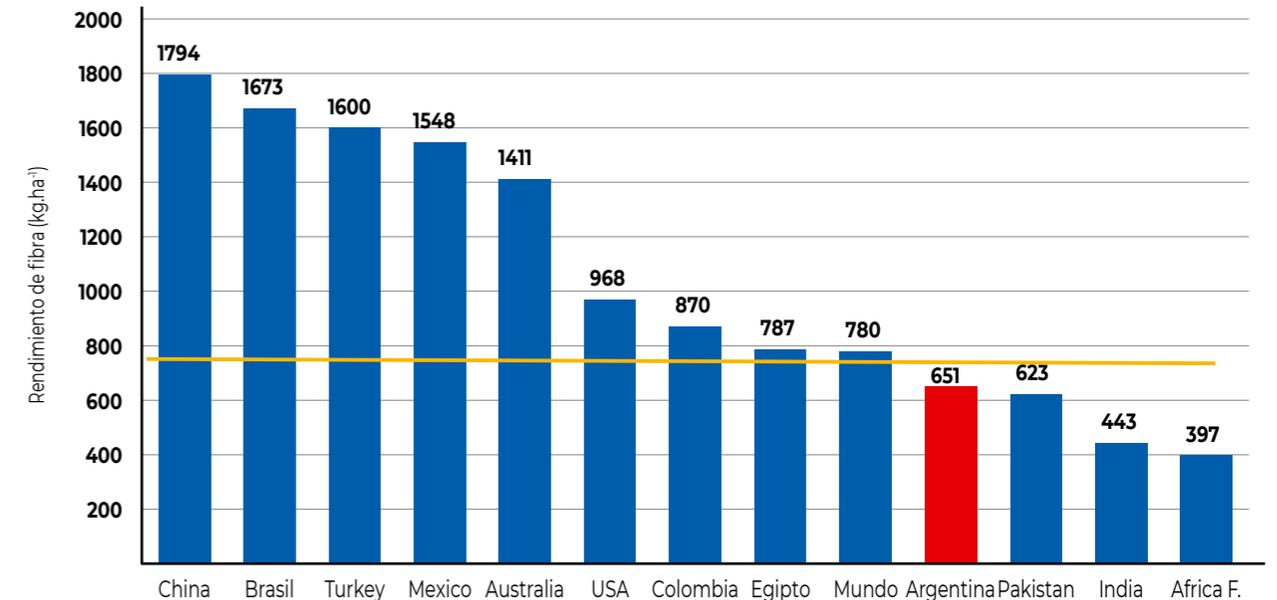


Figura 3. Rendimiento de fibra por hectárea promedio en los distintos países. Línea de referencia es promedio mundial (780 kg.ha<sup>-1</sup>)

### B. DEMANDA MUNDIAL DE ALGODÓN

El consumo mundial de fibras textiles está determinado por tres variables: el crecimiento poblacional, el nivel de ingresos, y el precio relativo de las fibras. Si bien la demanda mundial de fibras textiles ha crecido a un ritmo acelerado, paso de 15 millones de toneladas en 1960 a 99,5 millones de toneladas en 2018, la tasa de crecimiento se ralentizó gradualmente hasta la década de los noventa. La tasa media de crecimiento anual del consumo de fibras textiles fue del 3,8% en el decenio de 1960; del 3,4% en el decenio de 1970; del 2,9% en el decenio de 1980; y del 2,5% en el decenio de 1990. No obstante, entre 2000 y 2009 la tasa de crecimiento aumentó nuevamente a 3,8%, y se estima que entre 2010 y 2019 esta se reduzca una vez más en 0,4 puntos porcentuales.

### Demanda mundial de algodón

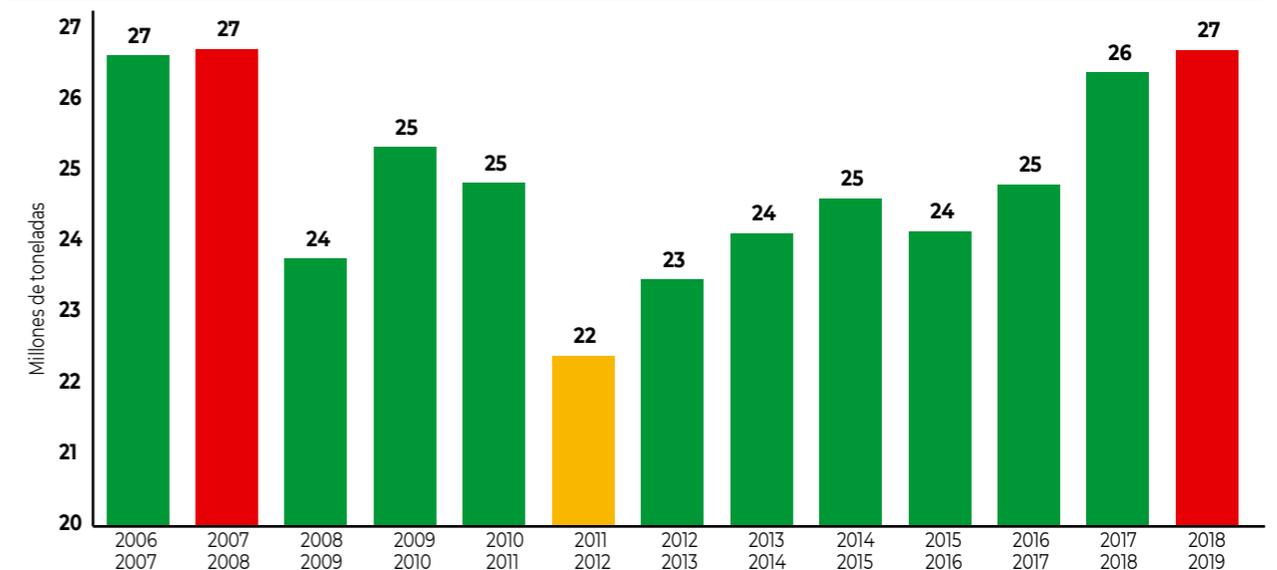


Figura 4. Demanda mundial de algodón en millones de toneladas anuales.



Similar a la producción, el consumo mundial de fibra de algodón se ha incrementado en los últimos cuarenta años. El uso industrial pasó de 14 millones de toneladas en 1980/81 a un estimado de 26,66 millones de toneladas en 2018/19 (Figura 4), es decir un incremento de 319 mil toneladas promedio.año<sup>-1</sup>. En 2007/08, el consumo mundial de algodón alcanzó su máximo histórico de 26.68 millones de toneladas. Sin embargo, la crisis financiera de 2008, sumado a la alta volatilidad del precio del algodón, el incremento de la brecha entre los precios de poliéster y algodón, los cambios en la tendencia de la moda por el uso de productos denominados “athleisure”, los cuales tienden a tener un alto contenido de poliéster, hicieron que el consumo de algodón cayera a 22,4 millones de toneladas en 2011/12, el más bajo registrado desde 2003/04. A la industria algodonera le tomo once años en recuperar el nivel de consumo que había logrado obtener antes de la abrupta desaceleración de la economía mundial de 2008.

A pesar del incremento en el uso industrial, la cuota de mercado de algodón en el consumo mundial de fibras textiles pasó de 60% en 1960, a 50% en 1990, descendió hasta 40% en el 2000, disminuyó hasta menos del 30% en 2012 y se ha mantenido estable en 27% en los últimos tres años.

En las últimas dos décadas, el consumo mundial de algodón ha mostrado una mayor concentración entre un pequeño número de países. En 1997/98, cinco países (China, India, Estados Unidos, Pakistán y Turquía) representaron alrededor del 65% del uso textil de algodón en el mundo. En 2018/19, solo seis países de Asia (China, India, Pakistán, Bangladesh, Vietnam, y Turquía) representaron el 79% del consumo mundial de algodón (Figura 5).

El crecimiento del consumo sigue siendo una de las principales preocupaciones la industria algodonera mundial y no cabe la menor duda de que el sector continuará enfrentando una fuerte competencia con las fibras sintéticas.

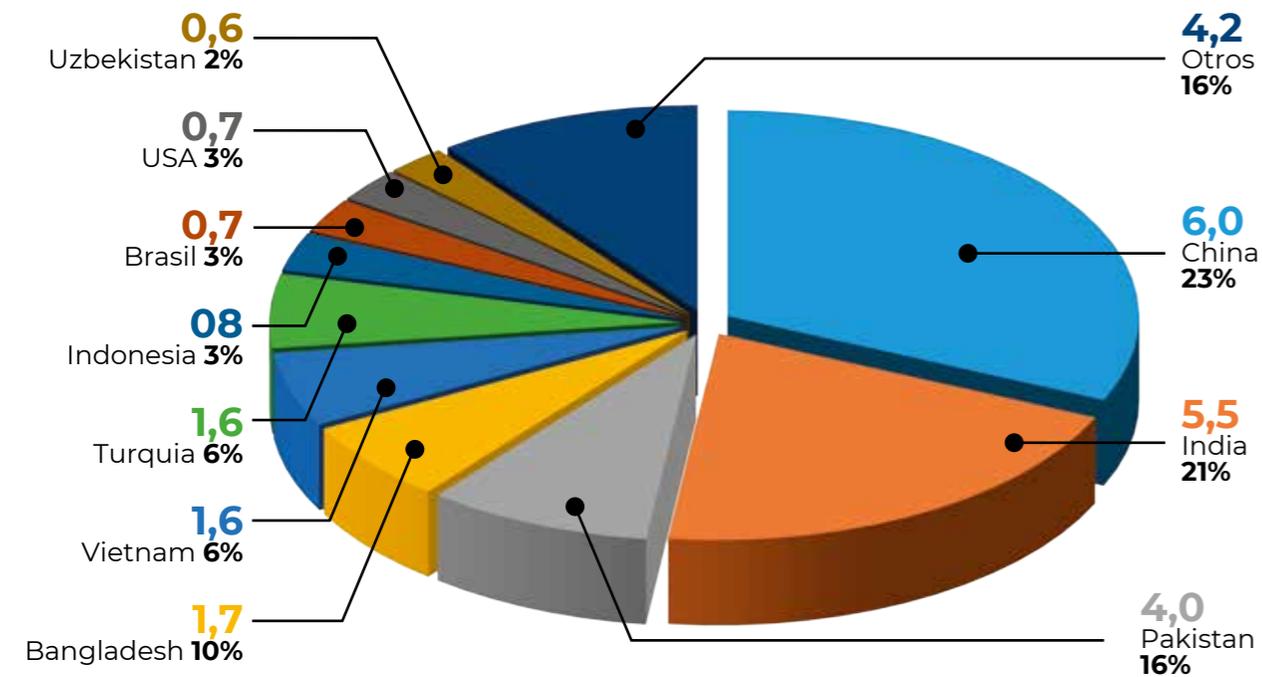


Figura 5. Millones de toneladas de fibra de algodón consumidas por país y porcentaje total del total en la campaña 2018/19.

**Principales países consumidores**

*China*

China sigue siendo el mayor consumidor de fibras textiles a nivel mundial. En 2007/08, el consumo de algodón de la industria textil china fue equivalente al 41% del consumo mundial. La industria textil china depende en gran medida del mercado de las exportaciones, y en los últimos diez años China ha aumentado sus exportaciones de productos textiles y vestido a todo el mundo en 43%. A pesar del aumento sostenido de la demanda de algodón de la industria textil nacional, las recientes políticas

de gobierno, enfocadas en beneficiar a los productores algodoneros, también contribuyeron al lento crecimiento del uso mundial de algodón al alentar a la industria textil en China a incorporar un mayor contenido de fibras sintéticas en los productos, para mantener los costos de producción relativamente bajos. Los altos precios del algodón en China afectaron negativamente la demanda y esta acumuló una disminución del 30% entre 2010/11 y 2014/15. Actualmente, el uso industrial de algodón en China se estima en 8,5 millones de toneladas, esto es 22% o 2,5 millones de toneladas inferior al récord de la temporada 2007/08. Teniendo en cuenta la menor disponibilidad de algodón

de la reserva nacional, China se vería obligada a aumentar sus importaciones para garantizar el abastecimiento de la fibra a la industria textil local. La brecha entre el consumo y la producción de algodón asciende a 2,4 millones de toneladas.

*India*

El consumo doméstico de algodón en India ha crecido rápidamente en los últimos 20 años. Las fábricas textiles indias prefieren el algodón sobre las fibras sintéticas. El algodón contribuye con alrededor del 65% de las necesidades totales de materias primas de la industria textil en la India. En las últimas décadas, India ha logrado un avance significativo en las exportaciones de hilados de algodón, además de aumentar su participación en el mercado mundial de textiles y prendas de vestir de algodón. Hay más de 1,7 millones de telares registrados, 1.800 hilanderías y un estimado de 205 molinos compuestos. Por lo tanto, se considera que la producción de algodón en la India tiene un impacto de gran alcance no solo en los medios de vida de los agricultores y la economía del país, sino también en el comercio internacional.

India es el segundo mayor consumidor industrial de algodón. En 2018/19, el consumo de algodón representó el 20% del uso industrial global. Después de alcanzar un récord de 4,5 millones de toneladas en 2010/11, el uso industrial de algodón se estancó en 2011/12 debido a la menor demanda de hilados de algodón, como consecuencia de los altos precios del algodón. Sin embargo, el consumo aumentó un 13% en 2012/13, 7% en 2013/14 y 6% en 2014/15, cuando se elevó a 5,38 millones de toneladas, el nivel más alto jamás registrado. El crecimiento fue impulsado por una tendencia al alza en las exportaciones de hilados a China. En 2016/17, el uso industrial disminuyó por segundo año consecutivo a 5,15 millones de toneladas, para después recuperarse y alcanzar 5,4 millones de toneladas en 2018/19.

En las últimas dos décadas, India ha más que cuadruplicado sus exportaciones de textiles y de prendas de vestir. En 1998, el valor total de las exportaciones de este sector llegó a 9.000 millones de dólares, mientras que en 2017 la cifra alcanzó un total de 37.200 millones de dólares, dando cuenta del 13% del total de los ingresos de exportación.

*Pakistán*

Pakistán es el tercer mayor consumidor industrial de algodón, dando cuenta del 8,8% del uso industrial mundial. El consumo de fibra de algodón ha permanecido en alrededor de 2.350 toneladas de fibra de algodón en los últimos quince años. En años recientes, la industria textil en Pakistán ha estado bajo presión por el alto costo del gas y las tarifas eléctricas, los costos de mano de obra y las altas tasas de interés. Pakistán ha sido uno de los mayores exportadores de hilados de algodón durante las últimas tres décadas, especialmente a China. Adicionalmente, la industria textil pakistaní se ha beneficiado del plan “Sistema Generalizado de Preferencias (SGP) Plus” firmado con la Unión Europea. El plan GSP-Plus se implementó en 2014 y permite el acceso libre de impuestos a los productos textiles paquistaníes a la UE.

En 2017, el sector de textiles y prendas de vestir en Pakistán aportó alrededor del 60% de los ingresos de exportación del país. En la última década, las exportaciones de textiles y prendas de vestir de Pakistán fueron de 10.600 millones en 1998 y aumentó a 13.000 millones en 2017, la tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) fue del 2,3%.

*Bangladesh*

El uso industrial de algodón en Bangladesh alcanzó un máximo de 912.000 toneladas en 2009/10, disminuyó a 731.000 toneladas en 2011/12, y desde entonces ha aumentado de manera sostenida hasta alcanzar 1,69 millones de toneladas en 2018/19. La industria textil de Bangladesh se ha beneficiado de costos laborales relativamente bajos en comparación con otros países asiáticos. Después de la tragedia de Rana Plaza en abril de 2013, el gobierno de Bangladesh y la Organización Internacional del Trabajo-OIT trabajaron intensamente para diseñar un programa para mejorar las condiciones de trabajo en el sector de prendas confeccionadas (RMG). Según la OIT, “la iniciativa logró una serie de logros importantes para mejorar la seguridad en el lugar de trabajo en la industria de la confección”. Adicionalmente, el parlamento de Bangladesh aprobó un nuevo “Proyecto de Ley de Textiles” en septiembre de 2018. El proyecto de ley tiene como objetivo promover la inversión en el sector de RMG. Bangladesh es un importante importador de fibra de algodón ya que su producción anual es de aproximadamente 35.000 toneladas.

*Vietnam*

Vietnam continúa experimentando un crecimiento importante en la demanda de algodón. En los últimos siete años, el uso industrial de algodón se ha triplicado, y un número significativo de inversiones y acuerdos comerciales con varios socios comerciales extranjeros han aumentado la capacidad en diferentes procesos (hilado, tejido, tejido, teñido y acabado). El consumo de algodón aumentó de 90.000 toneladas en 2000/01 a 1 millón de toneladas en 2015/16, y aumento nuevamente a 1,56 millones de toneladas en 2018/19. Vietnam es desde 2017/18 el sexto mayor consumidor de fibra de algodón del mundo. Al igual que Bangladesh, la producción de fibra de algodón es bastante limitada por lo que las hilanderías locales dependen en gran medida del algodón importado. En la última década, las exportaciones estadounidenses de algodón a Vietnam experimentaron un crecimiento extremadamente rápido, al pasar de 125.200 toneladas en 2008 a 755.000 toneladas en 2018. Este aumento fue posible gracias a la creciente demanda de hilados de algodón de China. Del mismo modo, las exportaciones de hilados de algodón de Vietnam a China, que no tienen restricciones de cuota y están libres de impuestos, se han casi triplicado en los últimos seis años, pasando de 258.000 toneladas en 2013 a 735.00 toneladas en 2018.

**Uso industrial de algodón en América Latina y el Caribe**

Después de alcanzar un máximo de casi 2 millones de toneladas en 2006/07, el uso industrial de algodón en la región disminuyó en 28% a 1,36 millones de toneladas en



2016/17. La demanda de fibra de algodón se concentra en dos países principalmente: Brasil y México. En 2018/19, el uso industrial de algodón en América Latina y el Caribe aumentó por segunda temporada consecutiva y totalizó 1,5 millones de toneladas. Algunos países de la región enfrentan grandes retos en el sector textil-confecciones. La modernización de equipos, la reducción de costos, la incorporación de nuevas tecnologías que permitan la innovación tanto en procesos como en productos, la agregación de valor y la competencia con mercancías que ingresan a un menor precio, hacen parte de estos desafíos. En la región, las exportaciones de textiles y prendas de vestir han caído 24% en la última década. Tras haber cerrado 2008 con envíos por valor de 22.800 millones de dólares, en 2017 se registró una cifra mucho menor de 17.300 millones de dólares en exportaciones.

**Brasil**

Brasil paso de ser el quinto mayor consumidor de algodón en 2011/12 a ocupar el octavo puesto en el ranking mundial en 2018/19. No obstante, Brasil sigue siendo el mayor consumidor de la región, ya que representa el 49% del uso de las fábricas de algodón en la región, seguido de México (31%) y Argentina (11%). La participación de los demás países es del menos del 5%. Se espera que el consumo nacional de algodón en Brasil se recupere ligeramente y alcance 735.000 toneladas en 2019/20. Sin embargo, la industria textil local sigue perdiendo competitividad en comparación con los textiles y prendas de vestir importados de países asiáticos que tienen costos sustancialmente más bajos.

Con el fin de aumentar la demanda de algodón, la Asociación Brasileña de Productores de Algodón-Abrapa lanzó, en 2016, una campaña nacional de mercadotecnia llamada "Sou de Algodão". Con este programa, Abrapa espera aumentar la proporción del uso de algodón en todos los segmentos de la moda desde aproximadamente 45% a 65% en 10 años. Además, en 2018, Abrapa lanzó el Programa Standard Brasil HVI-SBRHVI, que está estructurado en torno a tres pilares:

1. El centro brasileño de referencia y análisis del algodón (CBRA),
2. Base de datos de calidad del algodón brasileño, y
3. El proceso de constante orientación y mejora de los laboratorios de HVI que forman parte del programa.

**México**

México es un importador neto de fibra de algodón. Su producción no alcanza a cubrir las necesidades básicas de la industria textil local. El consumo de fibra de algodón en México paso de 170.000 toneladas en 1990/91 a 435.000 toneladas en 2000/01, y desde entonces el consumo ha fluctuado entre 390.000 y 460.000 toneladas. Estados Unidos es el principal socio comercial de algodón. México importó un total de 238.000 toneladas en 2013. Sin embargo, dado el incremento de la producción nacional, las importaciones de algodón cayeron a 198.000 toneladas en 2018. Las exportaciones de textiles y prendas de vestir de México a los Estados Unidos cayeron de 4.700 millones de dólares en 2017 a 4600 millones en 2018. México representó el 4% del total de las importaciones del sector de textiles y prendas de vestir de Estados Unidos.

**C. COMERCIO MUNDIAL DE ALGODÓN**

Se proyecta que el comercio mundial de algodón aumente por tercer año consecutivo y supere los 9 millones de toneladas por segunda vez en seis temporadas. El creciente uso industrial de algodón en el mundo y la disminución de las reservas del gobierno chino contribuyó a la expansión del comercio del algodón. En 2011/12 y 2012/13, el comercio mundial alcanzó un nivel récord de más de 10 millones de toneladas, impulsado por la política china de acumulación de inventarios, las cuales estuvieron apoyadas por las importaciones de algodones extranjeros con precios más bajos. El cambio en la política de algodón de China originó una disminución de las importaciones mundiales de algodón, las cuales promediaron 8 millones de toneladas entre 2014/15 y 2016/17.

Se estima que las importaciones mundiales de algodón crezcan 4% en 2018/19, para un total de 9,4 millones de toneladas, el nivel más alto observado desde la temporada 2012/13. China, Bangladesh, Vietnam, Indonesia, Turquía, Pakistán y Tailandia permanecerán como los mayores importadores de fibra de algodón, representando el 81% de las importaciones mundiales. Por su parte, Estados Unidos, Brasil, África francófona, India, Australia y Uzbekistán seguirán siendo los mayores exportadores en 2018/19, representando el 85% del total.

Las importaciones mundiales como porcentaje del uso industrial de algodón promediaron 31% durante diez temporadas (2001/02 y 2010/11). En 2011/12, la participación se elevó a un récord del 44% y se mantuvo por encima del promedio histórico en los siguientes dos años, debido principalmente al aumento de las importaciones chinas. En 2018/19, la participación se redujo a aproximadamente 35%.

**D. PREVISIONES DE MERCADO MUNDIAL DE ALGODÓN**

El comité Consultivo Internacional del Algodón – ICAC, proyecta que para 2019/20, la producción mundial de fibra superará al consumo en aproximadamente 350.000 toneladas. Esta diferencia, se traducirá en un aumento de los inventarios finales, los cuales pasaran de 17.8 millones de toneladas en 2018/19 a 18,2 millones de toneladas en 2019/20.

- La producción de algodón fibra mundial se incrementará en 6% a 27,2 millones de toneladas. No se esperan cambios importantes en el rendimiento promedio de fibra mundial, el cual se proyecta en 786 kg.ha<sup>-1</sup>.
- De acuerdo con las estimaciones del Fondo Monetario Internacional, se espera que la economía mundial crezca 3,5% en 2020, lo que impulsaría ligeramente el consumo mundial de fibra, el cual se proyecta en 26.89 millones de toneladas.
- Dado el aumento de los inventarios finales fuera de China, se espera que el Índice A del Cotlook sea menor al precio observado en 2018/19, el cual promedio 85 centavos de dólar por libra.
- El comercio mundial de fibra aumentaría por cuarto años consecutivo para un total de 9,56 millones de toneladas, el más alto en siete años.

CONDICIONES AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMATICO

**Caracterización ambiental**

**campaña 2018/19 en el norte de Santa Fe**

Ing. Agr. Scarpin Gonzalo MP 3/206  
Ing. Agr. Dileo Pablo  
Ing. Agr. Winkler Horacio Martín  
Dr. Paytas Marcelo MP 3/116  
EEA INTA Reconquista

scarpin.gonzalo@inta.gov.ar

Tal como se presenta cada año, en el siguiente artículo se publicarán las condiciones ambientales que se registraron en las diferentes zonas algodonerías de la provincia de Santa Fe durante la campaña 2018/19. Tiene como objetivo mostrar y diferenciar las distintas zonas y relacionar las mismas con diferencias en rendimiento y calidad que se registraron en la última campaña.

**EEA RECONQUISTA**

El análisis principal de los datos meteorológicos que se registraron en la última campaña se realizará con los datos de la estación experimental de INTA Reconquista debido a que la misma cuenta con datos completos tomados diariamente y con 50 años de antigüedad.

**Temperatura**

Los registros de temperatura que se presentaron en la última campaña se pueden observar en la Figura 1. En la misma se registraron temperaturas medias superiores a la media histórica en todos los meses analizados, exceptuando el mes de marzo. En general, el aumento de la temperatura media se relacionó en mayor medida por el aumento de la temperatura mínima media, y en menor medida, por el aumento de la máxima media. Esto se puede notar en la Figura 1, debido a que la primera de ellas, es mayor a la histórica en los mismos meses que la temperatura media y, además, presentó una mayor diferencia con respecto a la histórica en cada uno de los meses. En el caso de la temperatura máxima media, el mes de enero tuvo la particularidad de tener una máxima media menor al histórico debido a que se registraron muchos días nublados con elevadas precipitaciones.

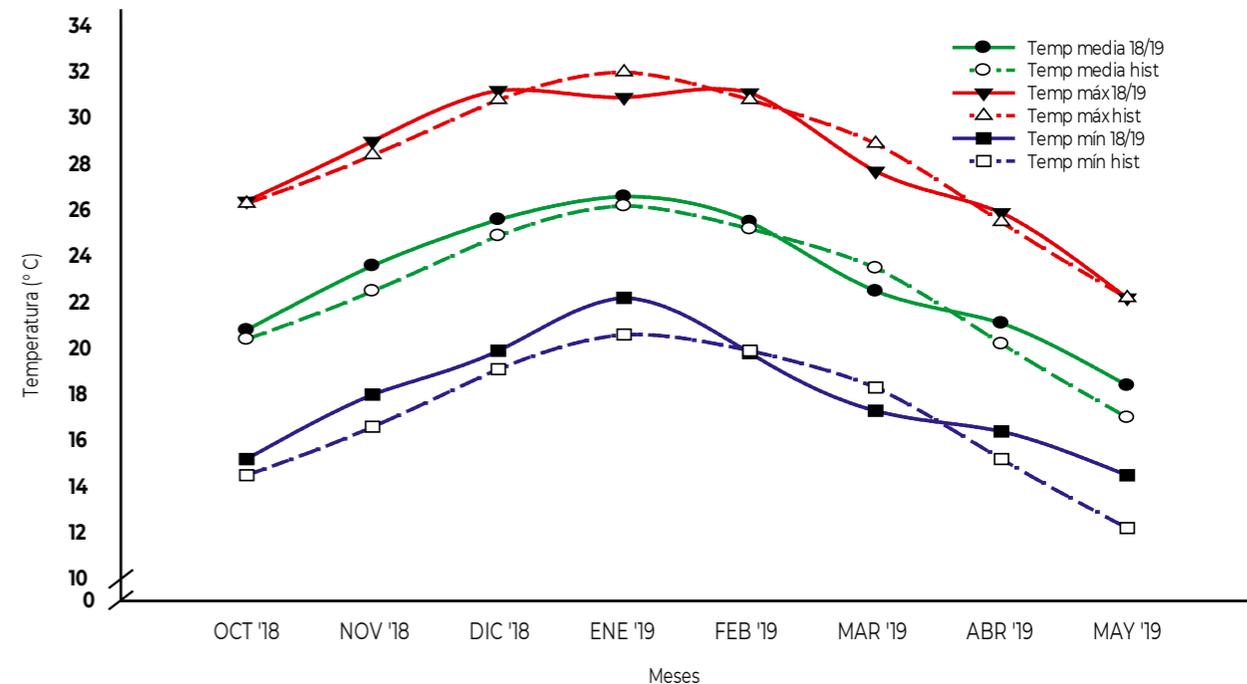


Figura 1. Temperatura media (líneas verdes), máxima media (líneas rojas) y mínima media (líneas azules) de la campaña 2018/19 (línea llena) e histórica (línea punteada) de 1970-2019 para los meses desde octubre a mayo registrados en la EEA Reconquista.



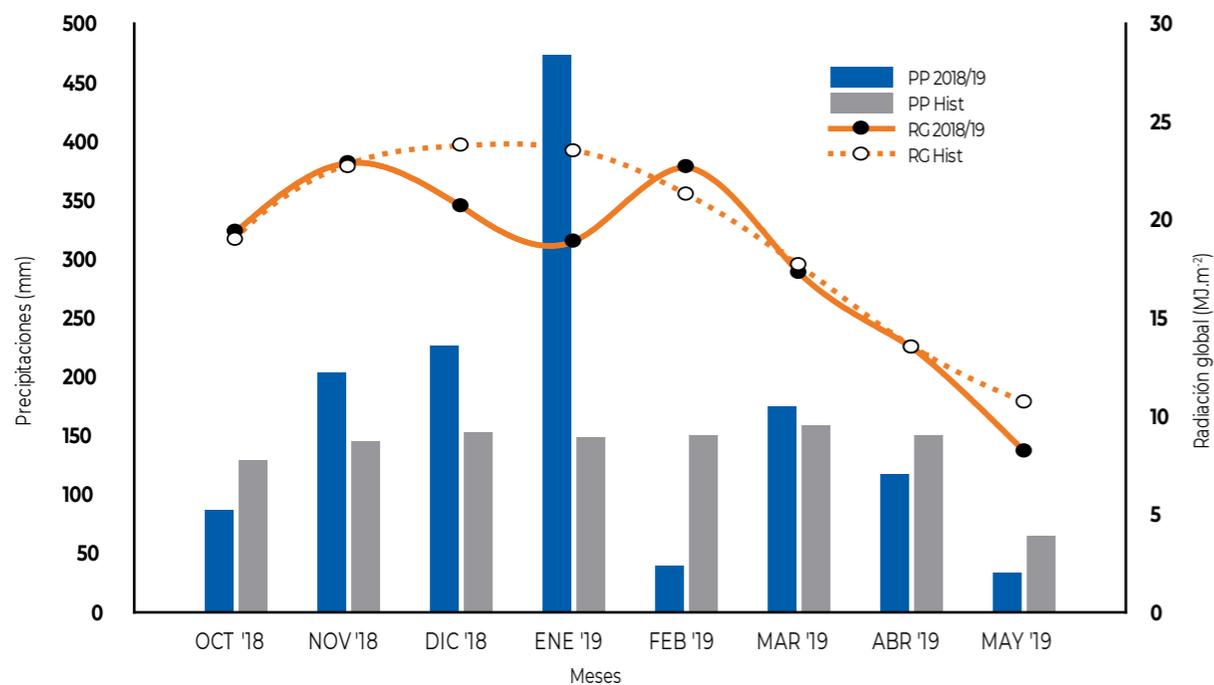
Uno de los principales efectos del calentamiento global, es el aumento de la temperatura media en las diferentes regiones del mundo. Como se observó en el párrafo anterior, el aumento de la temperatura media es una constante que también se registra campaña tras campaña en el norte de Santa Fe. Es por este motivo que se presenta la Tabla 1, en la cual se pueden analizar los promedios de temperaturas medias por decenio (periodo de 10 años). En la misma se observa que los aumentos de la temperatura media por década son realmente importantes en la mayoría de los meses que comprenden al cultivo de algodón. El mes con mayor aumento es el de abril, en el cual, en las últimas 5 décadas, se registró un aumento promedio de 0,34 °C por década que generó un aumento de 1,6 °C de temperatura media en el transcurso de 50 años.

**Tabla 1:** Temperatura media promedio (°C) de los meses de campaña algodонера en Reconquista (Santa Fe).

Década	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
1970 - 1979	19,4	21,5	24,0	25,6	24,5	23,1	19,4	16,7
1980 - 1989	20,1	22,6	25,3	26,4	25,4	23,7	20,1	17,1
1990 - 1999	20,8	22,7	25,0	25,8	24,6	23,5	20,1	17,3
2000 - 2009	21,3	22,8	24,7	26,6	25,5	24,2	20,6	16,7
2010 - 2019	20,5	22,8	25,5	26,6	26,1	23,2	21,0	17,4
$\Delta$ °C.década <sup>-1</sup>	+ 0,22	+ 0,27	+ 0,30	+ 0,20	+ 0,32	+ 0,02	+ 0,34	+ 0,15

### Precipitaciones

Además de la temperatura, la otra variable comprendida en las condiciones ambientales que tiene un gran impacto sobre las producciones agrícolas es la precipitación. En la Figura 2 se puede examinar la distribución de las precipitaciones y la marcha de la radiación global promedio mensual durante la última campaña algodонера, comparada con el registro histórico de INTA Reconquista (1960-2019).



**Figura 2.** Precipitaciones (barras), y radiación global promedio mensual (líneas naranjas) de la campaña 18/19 (barras azules y líneas llenas) e históricas (barras grises y líneas punteadas) de 1970-2019 para los meses desde octubre a mayo en el INTA Reconquista.

Al analizar el registro de precipitaciones durante la campaña, se observa que, en la mayoría de los meses, las mismas estuvieron en general cercanas al promedio histórico mensual. La principal excepción se presentó en el mes de enero, donde se registró el record histórico (1960-2019) de precipitaciones siendo 473.1 mm el registro durante ese mes. Por otro lado, debido a la cantidad de precipitaciones y por lo tanto nubosidad registrada, se observó en la última campaña una disminución importante en la radiación global promedio registrada en los meses de diciembre y enero, comparada con los registros históricos.

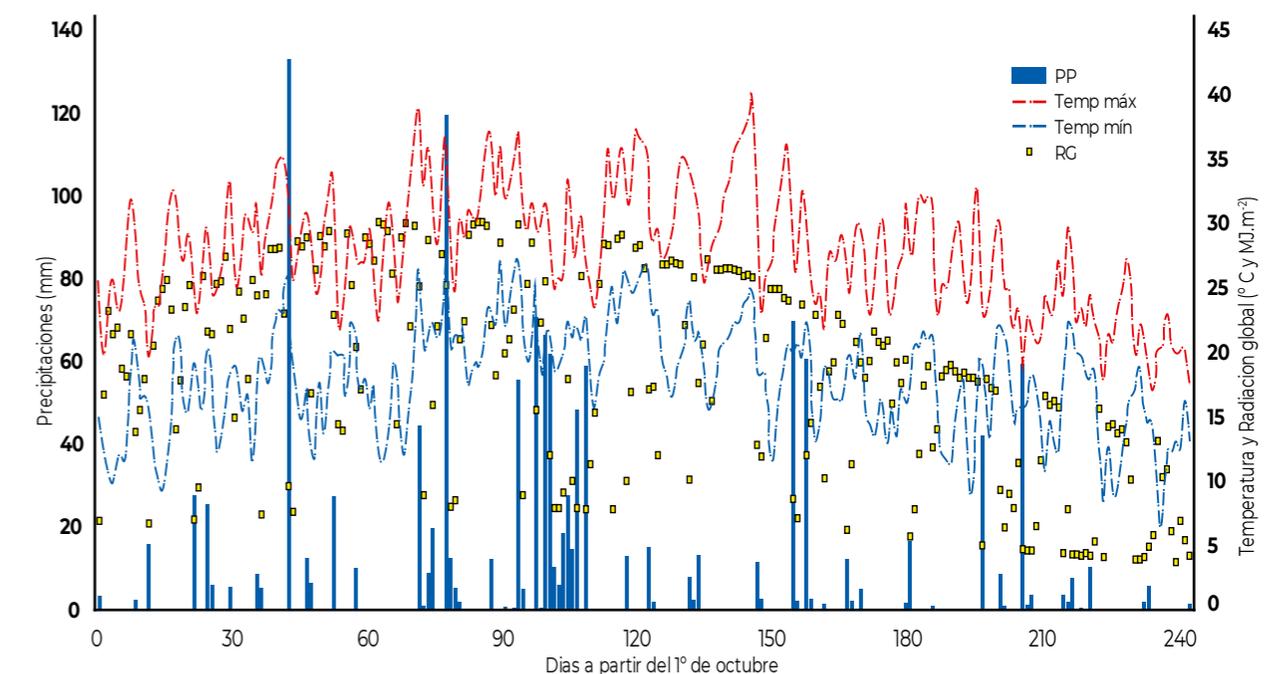
Para completar el análisis se presenta en la Tabla 2 la distribución porcentual de las precipitaciones mensuales dependiendo del momento de cada mes en el cuales se produjeron. Se observa, por ejemplo, en el mes de diciembre, el 94 % de las precipitaciones se registraron en 10 días (del 11 al 20). Por último, se puede notar que entre los meses de noviembre y enero se registraron 903.6 mm. Esta cifra significa el triple de milímetros que se registraron desde octubre a febrero (300.1 mm) de la campaña anterior (2017-18).

**Tabla 2:** Distribución de las precipitaciones Temperatura media promedio (°C) de los meses de campaña algodонера en Reconquista (Santa Fe).

Mes	Distribución mm				Distribución porcentual mensual		
	1 al 10	11 al 20	21 al 30	Total	1 al 10	11 al 20	21 al 30
OCT '18	6,0	15,8	64,7	<b>86,5</b>	7%	18%	75%
NOV '18	14,1	152,1	37,7	<b>203,9</b>	7%	75%	18%
DIC '18	0,0	213,5	13,1	<b>226,6</b>	0%	94%	6%
ENE '19	270,8	174,3	28,0	<b>473,1</b>	57%	37%	6%
FEB '19	12,2	13,2	14,1	<b>39,5</b>	31%	33%	36%
MAR '19	135,2	21,2	18,2	<b>174,6</b>	77%	12%	10%
ABR '19	1,0	51,9	64,7	<b>117,6</b>	1%	44%	55%
MAY '19	24,2	0,3	9,2	<b>33,7</b>	72%	1%	27%

El exceso hídrico registrado entre los meses de noviembre y enero de la campaña 2018/19, debido a las copiosas precipitaciones y la baja en la tasa de radiación solar, afectó el rendimiento potencial y los diferentes parámetros de calidad de fibra de algodón en el norte de Santa Fe. Por otro lado, las lluvias que se registraron en los meses de marzo y abril, dificultaron el normal desarrollo de la cosecha del cultivo de algodón.

Como resumen de la campaña, en la Figura 3 se presentan las temperaturas máximas y mínimas, la marcha de la radiación global y precipitaciones diarias desde el 1 de octubre hasta el 31 de mayo.



**Figura 3.** Precipitaciones (barras azules), temperatura máxima (líneas punteadas rojas), temperatura mínima (líneas punteadas azules) y radiación global (puntos amarillos) desde el 1º de octubre hasta el 31 de mayo de 2019 en INTA Reconquista.

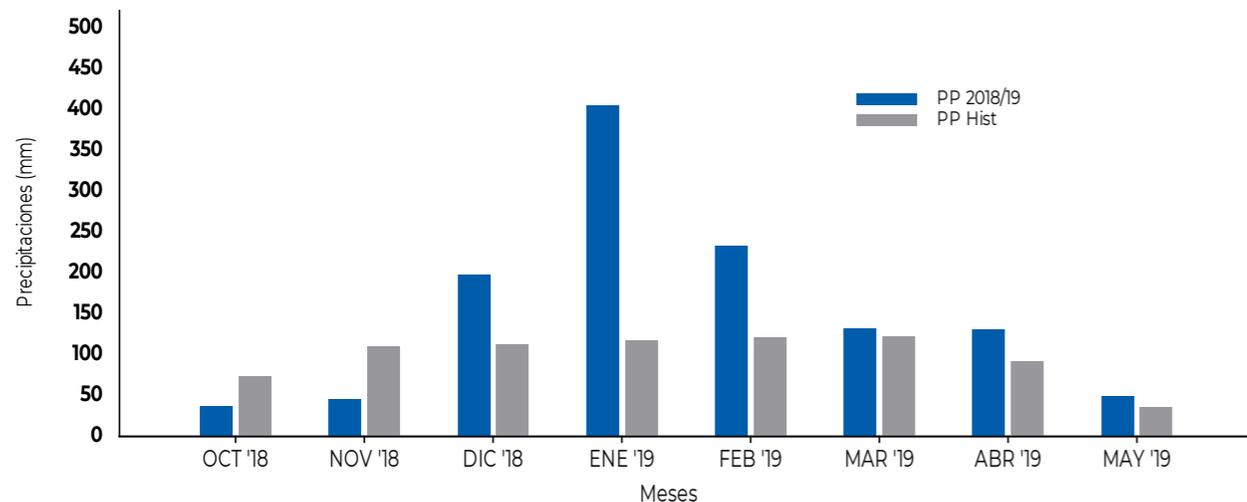
Se observa que entre los 30 y 120 días a partir del 1º de octubre se registraron precipitaciones con alto milimetraje acompañadas con disminuciones en los niveles de radiación global.



**OESTE PROVINCIAL**

La gran región del oeste de Santa Fe donde se produce la mayor parte del algodón de la provincia presenta condiciones diferentes a las expuestas anteriormente. No obstante, se realizó el análisis de temperatura y las mismas, aunque variaron en algunas décimas de grado presentaron las mismas tendencias que las presentadas anteriormente con los datos de la EEA Reconquista.

Por otro lado, tanto precipitaciones como la tasa de radiación solar ocurren de una forma más azarosa o variable que las temperaturas entre las diferentes regiones, es por este motivo que en la Figura 4 se observa la distribución de las precipitaciones de la última campaña y los promedios históricos de la estancia La Delia ubicada en la localidad de Antonio Pini que gentilmente nos brindó sus datos, los mismos cuentan con un registro mayor a 100 años (1908–2019). Tal como sucedió en la localidad de Reconquista, la campaña de algodón en el oeste provincial tuvo los mismos inconvenientes con excesos hídricos debido a las elevadas precipitaciones ocurridas durante los meses de diciembre, enero y febrero donde los registros de esta campaña estuvieron por encima de la media histórica.



**Figura 4.** Precipitaciones de la campaña 18/19 (barras azules) e históricas (barras grises) de 1908–2019 para los meses desde octubre a mayo en la estancia La Delia.

**OTRAS REGIONES ALGODONERAS DEL NORTE DE LA PROVINCIA DE SANTA FE**

Para completar el análisis e incluir a la totalidad de las regiones donde se produce algodón en la provincia de Santa Fe, se muestra en la Tabla 3 el registro de precipitaciones que se registraron en la última campaña. Al observar los datos, se puede notar la variación entre las mismas. No obstante, en todas las localidades, las precipitaciones registradas estuvieron por encima del promedio histórico. La localidad que presentó el mayor registro fue Malabrigo (1658 mm) y el menor en El Nochero (971 mm).

**Tabla 3.** Precipitaciones registradas en distintas localidades del norte de Santa Fe desde el mes de octubre de 2018 a mayo del 2019.

REGIÓN	LOCALIDAD	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	Total
Este	Villa Ocampo	100	252	359	353	74	106	144	121	<b>1.509</b>
	Arrollo Ceibal	59	179	411	316	81	157	91	138	<b>1.432</b>
	Lanteri	58	189	269	361	103	108	95	139	<b>1.322</b>
	Avellaneda	111	394	248	446	79	98	163	46	<b>1.585</b>
	INTA Rqta.	87	204	227	473	40	175	118	34	<b>1.358</b>
	Los Laureles	146	184	235	512	64	191	78	186	<b>1.596</b>
	Romang	132	210	205	480	55	213	105	60	<b>1.460</b>
Oeste	Malabrigo	146	259	230	515	50	255	117	86	<b>1.658</b>
	Tostado	91	135	119	452	163	127	147	71	<b>1.305</b>
	Villa Minetti	96	134	297	396	57	184	169	2	<b>1.335</b>
	El Nochero	92	112	195	254	11	137	125	45	<b>971</b>
PROMEDIO		102	205	254	414	71	159	123	84	<b>1.412</b>

Fuente: Unión Agrícola de Avellaneda, Cooperativa Agropecuaria de Malabrigo, EEA INTA Rqta, Amílcar Martel

# Combatir los efectos del cambio climático en el algodón

## Lo que los científicos y los gobiernos pueden hacer al respecto

Dr. Paytas Marcelo MP 3/116  
Ing. Agr. Scarpin Gonzalo MP 3/206  
Ing. Agr. Dileo Pablo  
Ing. Agr. Winkler Horacio Martín  
EEA INTA Reconquista

Dr. Kranthi Keshav  
Comité Consultivo  
Internacional del Algodón - ICAC

paytas.marcelo@inta.gob.ar

En la 77ª reunión plenaria del CCIA (Comité Consultivo Internacional del Algodón), “Desafíos del algodón: soluciones innovadoras y sostenibles” desarrollada en el mes de diciembre de 2018 en Abiyán, Costa de Marfil, se destinó una sesión plenaria abierta al abordaje del efecto del cambio climático en la producción de algodón.

**¿Cuáles son las definiciones y alcances del cambio climático?**

Según el pronóstico del IPCC -Panel Intergubernamental para el Cambio Climático- (por sus siglas en inglés), el cambio climático a nivel mundial provocará una pérdida sustancial en la productividad agrícola en los próximos años. El cambio climático influye en la producción agrícola a través del aumento de las temperaturas, los cambios en la distribución, cantidad e intensidad de las precipitaciones, las tasas de radiación solar disponible, cambios en el CO<sub>2</sub> atmosférico, aumentos del nivel del mar entre otros.

Cerca del 56% de la superficie mundial algodонера depende de las lluvias, y el estrés hídrico puede derivar en una reducción significativa de los rendimientos. El cambio climático puede introducir olas de calor aumentando los riesgos de mayores problemas de insectos plagas y enfermedades, así como de cápsulas con menor peso y baja retención de las mismas, con pérdidas de rendimiento y deterioro de la calidad de la fibra. El Comité Consultivo Internacional del Algodón insta a los gobiernos a estimular el desarrollo de cultivares adaptados a condiciones ambientales extremas con una mayor eficiencia en el uso de agua, así como una alta eficiencia en el uso de nutrientes y con potencial para adaptarse y resistir sequías impredecibles, cambios térmicos, anegamientos y mayor incidencia de insectos plagas y enfermedades.

**¿Que antecedentes tenemos en Argentina respecto a posibles escenarios vinculados al cambio climático?**

Algunos ejemplos de condiciones extremas que han ocurrido en diferentes zonas de Argentina durante los últimos años, las cuales han derivado en graves pérdidas de cultivos se observan en la Figura 1. Desde episodios de altas precipitaciones durante un periodo corto de tiempo que generan anegamiento durante días consecutivos asociados a alta nubosidad, hasta periodos de extrema sequía generalmente asociados a altas temperaturas. Efectos indirectos como baja disponibilidad de nutrientes en suelo y situaciones de estrés salino sódico en suelos degradados y monocultivos de algodón.



**Figura 1.** Diversos escenarios ambientales adversos registrados en las últimas campañas



Para comprender los efectos adversos del cambio climático en necesario conocer cómo crece y se desarrolla la planta de algodón en condiciones óptimas. ¿Qué efectos tiene el ambiente sobre la misma?

Un equilibrio apropiado entre el desarrollo y crecimiento vegetativo y reproductivo es fundamental en el cultivo del algodón. Casi el 70% del peso de la cápsula se acumula después de la terminación del período vegetativo. Cualquier factor limitante durante ese período será negativo para el rendimiento y la calidad y, por lo tanto, es importante entender las etapas críticas de crecimiento para investigar los efectos limitantes de las condiciones ambientales.

El algodón es principalmente cultivado para obtener fibra. Comúnmente llamada planta inteligente ya que es necesario 2.25 veces más energía para producir aceites (semillas) que

celulosa (fibra), siendo esta última la prioridad de la planta. Es importante resaltar que debemos tener alta precaución al momento de cultivar algodón sobre tres componentes fundamentales: i) población de plantas por unidad de superficie (densidad); ii) número de capsulas retenidas por plantas y que llegan a cosecha; iii) tamaño de capsulas obtenidas hacia el periodo de madurez. Los tres componentes se definen en diversos períodos del cultivo: i) etapa vegetativa; ii) etapa reproductiva; iii) etapa de madurez, respectivamente. La calidad de la fibra se comienza a definir desde los inicios de la floración. Es importante conocer estos periodos críticos para tomar las decisiones agronómicas más adecuadas y entender el efecto del ambiente en cada una de ellas (Figura 2).

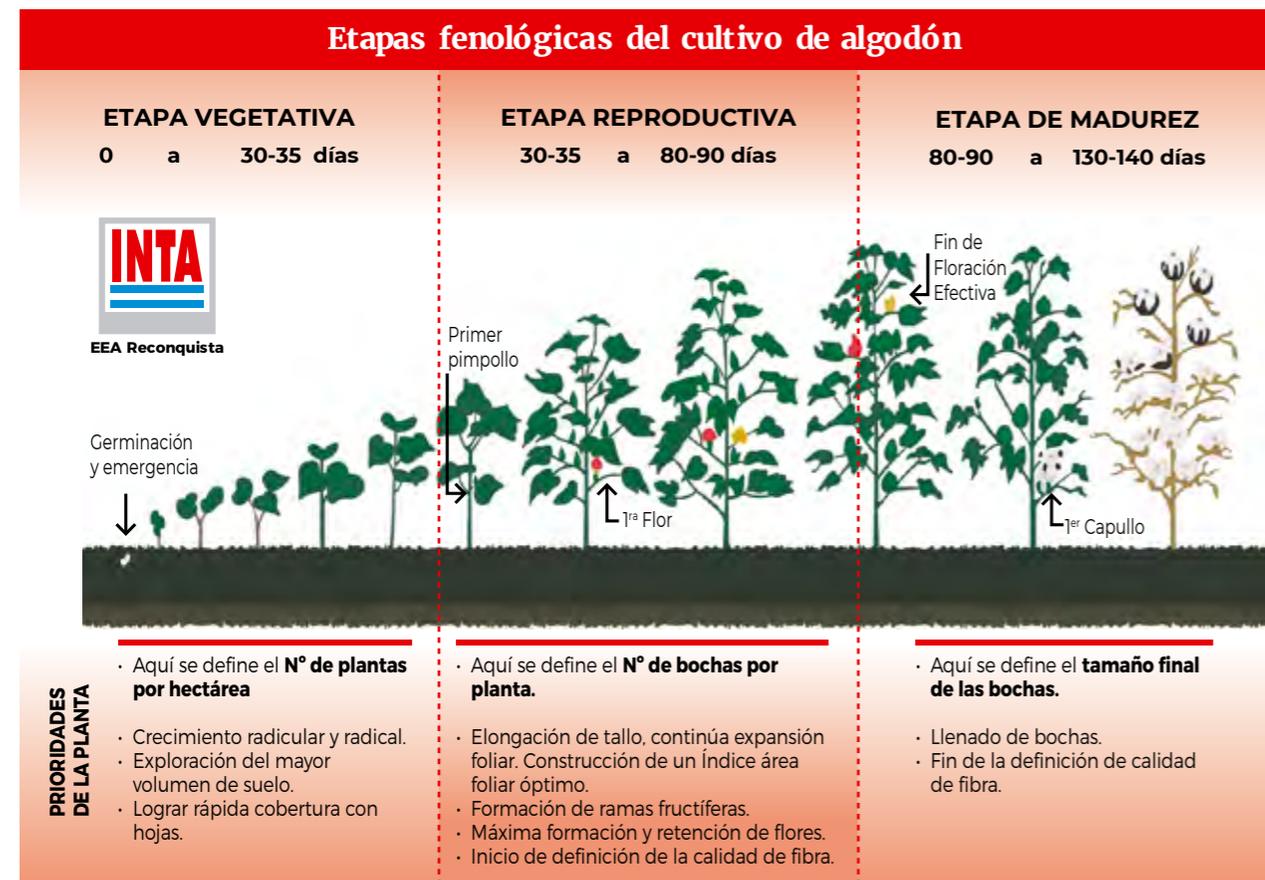


Figura 2. Etapas del cultivo de algodón y prioridades de la planta en cada caso.

¿Cuáles son las principales limitaciones ambientales para la producción de algodón y los procesos fisiológicos involucrados? ¿Que acciones de investigación y desarrollo estamos llevando adelante desde el INTA?

- Estrés hídrico por baja disponibilidad de agua o comúnmente llamada sequía.

Diversos experimentos demostraron que periodos de sequía durante la etapa vegetativa ocasionan una pérdida de 6 kg.ha<sup>-1</sup> de fibra por cada día que la planta se encuentra estresada. Esto se debe principalmente a una reducción en el número de plantas por unidad de superficie, o por una disminución en la acumulación de biomasa vegetativa

inicial que impacta directamente en el crecimiento y desarrollo de capsulas. En la etapa de floración, la pérdida de rendimiento por estrés hídrico se eleva a 15 kg.ha<sup>-1</sup>, vinculado principalmente a la tasa de abortos de estructuras reproductivas; y durante la madurez, la pérdida es del orden de 4 a 8 kg.ha<sup>-1</sup>. Se considera que el cultivo comienza a sufrir estrés hídrico cuando el agua disponible es menor al 50% de la capacidad de almacenaje del suelo en cuestión. Los experimentos se llevaron adelante en diversos sitios algodoneiros, en condiciones de campo, tanto en el norte de Santa Fe como en Australia (Paytas, Yeates 2010-2014) (Figura 3).



Figura 3. Experimentos que simulan periodos de estrés hídrico en diferentes momentos del cultivo en condiciones de campo.

- Estrés hídrico por exceso de agua o anegamiento prolongado.

En el otro extremo del espectro hídrico, el anegamiento en ciertos periodos del cultivo resulta ser negativo. Cuando el mismo ocurre durante la floración podría ocasionar una reducción del orden del 16-19% en kg fibra.ha<sup>-1</sup> (Scarpin, 2016-2017). En este caso también es importante conocer en que momento del cultivo ocurre el anegamiento, durante cuantos días se extiende y con qué magnitud se desarrolla ya que las reducciones en rendimiento y calidad suelen variar en función de estos factores.

- Estrés por altas temperaturas.

Las temperaturas son fundamentales para el desarrollo de las etapas fenológicas. Para esto, referimos a conceptos de temperaturas umbrales o críticas. Cuando ocurren periodos con temperaturas por encima o por debajo de las mismas, el efecto sobre el cultivo y su rendimiento pueden resultar negativas. Acciones de mitigación de dichos efectos son necesarias de estudiar, desarrollar e implementar.

**Cuál es el efecto del estrés térmico sobre los procesos de fotosíntesis?**

Se llevaron adelante ensayos de algodón que simularon periodos de estrés térmico mediante el uso de carpas de polietileno durante ciertos momentos críticos del cultivo para estudiar el efecto sobre los procesos relacionados a la fotosíntesis (Kelly Mercado, 2014-2017). Se observó que: i) El estrés térmico genera una reducción de la capacidad fotosintética de las plantas de algodón, producto del cierre estomático o por su acción directa sobre el aparato fotosintético; ii) Los efectos negativos de las altas temperaturas sobre la fotosíntesis estuvieron principalmente ligados con la aclimatación del cultivo a un régimen térmico superior, y no con sus impactos instantáneos; iii) El estrés térmico es más perjudicial durante la segunda parte del período crítico para la definición del rendimiento, que en la primera parte, debido a que el detrimento inicial durante de la primera parte del periodo crítico es parcialmente compensado durante el periodo posterior a la finalización del estrés; iv) El estrés térmico producido durante el periodo crítico impacta significativamente en la retención y el número total de capsulas fijadas





#### ¿Cuál es el efecto de altas temperaturas, variando el genotipo y la fertilización nitrogenada?

Otro proyecto desarrollado para estudiar la mitigación por altas temperaturas incluyó el estudio de dos genotipos, ciclo corto y largo, en combinación con fertilización nitrogenada en pre floración (Facundo Colombo, 2014-2016). Se espera que la fertilización mejore la producción de biomasa vegetativa necesaria para revertir un posterior periodo de estrés térmico. Se utilizaron también carpas de polietileno en diferentes periodos del cultivo para lograr incrementos de temperatura. Se observó que: i) Las plantas sometidas a estrés por altas temperaturas en ambos genotipos de algodón independientemente del nivel de fertilización cumplieron su ciclo en un menor tiempo ocasionado una menor área foliar y biomasa total; ii) En aquellos algodones que fueron sometidos a episodios de altas temperaturas durante el inicio de la etapa reproductiva, la fertilización nitrogenada temprana no alcanzó a mitigar o revertir la disminución del rendimiento mediante la producción y/o partición de asimilados; iii) El incremento de la temperatura disminuyó el rendimiento en los genotipos de algodón como consecuencia del menor peso de las cápsulas; iv) El porcentaje de retención en la primera posición disminuye cuando el cultivo es sometido a altas temperaturas e incrementa la retención de sitios reproductivos en la tercera posición por compensación, siendo esto mayor en el genotipo de ciclo corto; iv) El rendimiento de fibra al desmote disminuye cuando es sometido a condiciones de altas temperaturas y nutrición nitrogenada, debido a la menor retención de cápsulas en la primera posición y aumento de la cápsula en la tercera posición. Las cápsulas en la tercera posición son de menor tamaño ocasionado por menor período de llenado.

#### ¿Cuál es el efecto del estrés térmico en algodones con diferente distancia entre surcos?

En el marco de un proyecto de maestría se llevaron a cabo estudios que evaluaban algodones sembrados a 0.52 y 1 metro entre surcos, sometidos a estrés térmico en el período reproductivo (Nydia Tcach, 2013-2015). Se asumía que cuando se genera un estrés por altas temperaturas en las plantas de algodón, el acortamiento de la distancia entre surcos disminuye la temperatura, reduciendo los efectos negativos sobre el crecimiento y rendimiento. Se observó que: i) El sistema de siembra distanciada a metro presentó mayor amplitud térmica a nivel del aire que rodea la canopia en comparación con el sistema de configuración en surcos estrechos, lo cual explica que a medida que se acorta la distancia entre surcos las variaciones térmicas en el interior del cultivo son menores; ii) El sistema de siembra distanciada a metro fue el que menor porcentaje de retención de órganos fructíferos presentó con respecto al sistema de siembra a menor distanciamiento bajo condiciones de estrés térmico; iii) Las plantas sometidas a estrés por alta temperatura en ambos distanciamientos mostraron valores más altos de precocidad respecto a los controles lo cual significa que cumplieron su ciclo en menor tiempo ocasionando una menor biomasa total.

En la Figura 4 se observan imágenes de los diversos ensayos que se realizaron para estudiar el estrés por altas temperaturas.



Figura 4: Carpas de polietileno utilizadas para estudios de estrés térmico en diferentes etapas del cultivo del algodón.



- Estrés lumínico por baja disponibilidad de radiación o días nublados sucesivos.

Estudios en diversos sitios (Argentina y Australia) se realizaron para entender los mecanismos involucrados en el efecto de la variabilidad de radiación solar disponible en diferentes etapas fenológicas del cultivo (Paytas, Yeates, 2012-2014). Para el mismo se utilizaron carpas con media sombra que variaron su intercepción de la radiación en combinación con dosis de nitrógeno en genotipos de algodón (Figura 5). Diferentes regiones de Argentina (Reconquista, Santa Fe) y Australia (Narrabri, New South Wales y Ayer, Queensland) fueron los sitios elegidos para entender el crecimiento y desarrollo del algodón y opciones de manejo en respuesta a la reducción de radiación solar incidente. Se estudiaron algodones con características morfológicas contrastantes, fructificación indeterminada con gran desarrollo de canopeo y determinada con menor canopeo. Tratamientos de sombreado en diferentes momentos fenológicos para evaluar su interacción con la capacidad de compensación ante la disponibilidad de nitrógeno y agua. Se observó que: i) Períodos de sombreado posteriores a la primera flor incrementaron el número de abortos de órganos reproductivos, con disminución en el número de nuevos sitios fructíferos y acumulación de biomasa en algodones determinados; ii) La compensación fue más intensa cuando el sombreado ocurrió en pimpollado; iii) Los procesos de compensación variaron en función del momento de sombreado, ciclo del cultivo y dosis de agua y nitrógeno aplicado en asociación con reguladores de crecimiento.



Figura 5: Tratamientos de estrés lumínico variando intensidad de radiación, momentos fenológicos del cultivo y localidad de estudio.

#### ¿Que acciones podemos realizar para sobrellevar efectos del cambio climático sobre el algodón?

Se propone:

- I) Continuar con investigaciones para cada región y sus condiciones agroambientales para conocer los potenciales de rendimiento y los factores limitantes en importancia creciente.
- II) Incorporar enfoques de trabajo que incluyan el manejo de la salud del suelo, los sistemas de drenaje o riego, manejo integrado de plagas, manejo integrado de fibras, modelos de simulación del cultivo de algodón desarrollado para cada región. Además, se necesitan ajustar prácticas agronómicas regionales apropiadas, así como programas de mejoramiento genético y variedades adaptadas a las condiciones limitantes.
- III) Estaciones meteorológicas con información disponible, histórica y diaria, de manera inmediata a los usuarios.
- IV) Capacitaciones permanentes de productores, técnicos y todos los integrantes del clúster algodónero con políticas que propicien las buenas prácticas agrícolas en un marco de producción afectada por el cambio climático.



# Evaluación de variedades comerciales y pre-comerciales

Ing. Agr. Scarpin Gonzalo MP 3/206  
 Ing. Agr. Dileo Pablo  
 Ing. Agr. Winkler Horacio Martín  
 Dr. Paytas Marcelo MP 3/116  
 Tec. Longhi Tulio  
 EEA INTA Reconquista  
 scarpin.gonzalo@inta.gob.ar

## INTRODUCCIÓN

El algodón (*Gossypium hirsutum L.*) es un cultivo regional de gran importancia en la economía santafesina siendo esta la 3<sup>ra</sup> provincia con mayor superficie sembrada en el país. Este cultivo es la fibra textil natural más importante del mundo. En aquellos países que producen y consumen la materia prima, su participación es muy importante en los procesos de crecimiento económico, y contribuye al desarrollo sustentable con responsabilidad social. En la Argentina, la historia del algodón está ligada con el desarrollo de economías regionales que fueron sufriendo transformaciones y cambios en el sistema productivo.

El algodón es una planta perenne, pero se lo cultiva como anual en sistemas comerciales a través de prácticas de manejo agronómico. Se caracteriza por tener un hábito de crecimiento indeterminado, con un desarrollo vegetativo y reproductivo que sigue patrones regulares y ordenados. El crecimiento está asociado con la tasa de acumulación de materia seca, mientras que el desarrollo está conformado por sucesión de estadios morfológicos y fisiológicos bien diferenciados. Cada etapa de desarrollo tiene objetivos ecofisiológicos diferentes, que deben ser alcanzados para optimizar el rendimiento del cultivo.

Los componentes de rendimiento (Figura 1) que colaboran para la generación de rendimiento de algodón son por un lado el número de capsulas por unidad de superficie y, por otro lado, el peso todas las fibras presentes en cada una de las capsulas. A su vez, el número de capsulas por unidad de superficie está comprendido por el número de plantas y la cantidad de capsulas que posean esas plantas por unidad de superficie. Mientras que el peso de las fibras en cada capsula está constituido por el número de semillas que exista en cada capsula y el peso de cada una de las fibras generadas por las semillas. Por lo tanto, el aumento de cualquiera de estos componentes producirá un aumento del rendimiento total obtenido por unidad de superficie, siempre y cuando este aumento no afecte o produzca una disminución de alguno de los otros componentes de rendimiento.

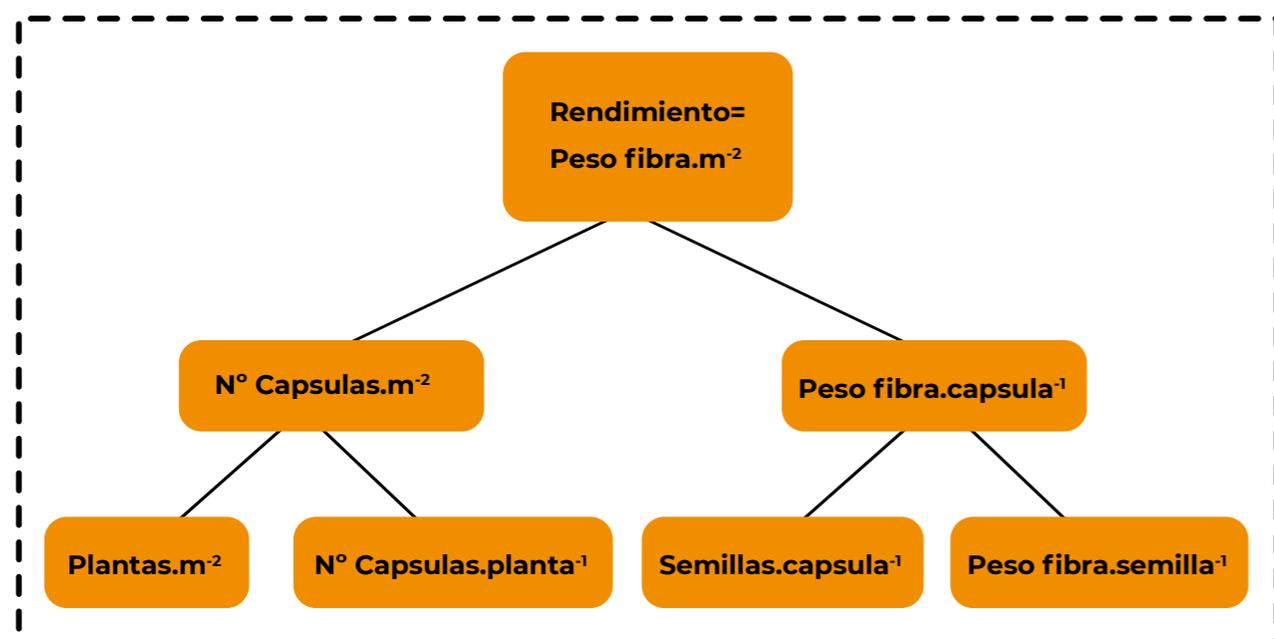


Figura 1. Componentes de rendimiento del algodón.

## OBJETIVO

Evaluar y comparar la aptitud y performance de diferentes cultivares comerciales y pre-comerciales de algodón en fenología, rendimiento y parámetros de calidad tecnológica de fibra en el norte de la provincia de Santa Fe.

## MATERIALES Y METODOS

Se realizó un ensayo en la Estación Experimental Agropecuaria del INTA en Reconquista, el cual se sembró en un lote preparado de forma convencional el 17 de octubre de 2018 a 52 cm de espaciamiento entre surcos y con una densidad de siembra de 180.000 plantas.ha<sup>-1</sup>. Para el experimento se utilizaron las 4 variedades de algodón disponibles en el mercado y las 3 variedades de algodón pre-comerciales lanzadas por INTA en la campaña 2017/18:

- Guazuncho 2000 RR
- NuOpal RR.
- DP 1238 BG RR
- DP 402 BG RR
- Guaraní BG RR (pre-comercial)
- Guazuncho 4 BG RR (pre-comercial)
- Porá 3 BG RR (pre-comercial)

El diseño estadístico fue de bloques completamente aleatorizados con 4 repeticiones para cada variedad (Figura 2). Cada parcela consistía en 8 hileras de cada genotipo con un largo de 10 metros. El análisis de suelo realizado previo a la siembra presentó valores que se expresan en la Tabla 1. Para adecuar la demanda del cultivo con la oferta de nutrientes del suelo se realizó una fertilización base con 70 kg.ha<sup>-1</sup> de fosfato diamónico (18-46-0) y luego de la emergencia una fertilización el 17 de diciembre de 2018 que consistió en el agregado al voleo de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de un fertilizante nitrogenado (27-0-0) que también contenía Calcio y Magnesio. Los datos meteorológicos fueron tomados en la estación meteorológica de INTA EEA Reconquista ubicada a 100 metros del ensayo. Tanto las malezas como los insectos plaga fueron correctamente controladas.

Tabla 1. Características químicas del suelo (0-20 cm) determinadas mediante su análisis en laboratorio de suelos del INTA Reconquista.

M.O (%)	P (mg.kg <sup>-1</sup> )	pH (1:2,5)	NH <sub>4</sub> (mg.kg <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> (mg.kg <sup>-1</sup> )	Na <sup>+</sup> (cmol.kg <sup>-1</sup> )	K <sup>+</sup> (cmol.kg <sup>-1</sup> )	Ca <sup>+2</sup> (cmol.kg <sup>-1</sup> )	Mg <sup>+2</sup> (cmol.kg <sup>-1</sup> )	CIC (cmol.kg <sup>-1</sup> )
1,59	14,6	6,00	2,7	52,6	0,1	0,6	7,1	0,5	10,5

La cosecha se realizó de manera manual el día 1 de marzo de 2019 tomando todos los capullos de 2.5 metros lineales en 2 hileras continuas de las plantas. Para el cálculo de los componentes de rendimiento se seleccionaron al azar 25 capullos dentro de la franja cosechada y se pesaron para calcular así el peso promedio por capullo. Luego, con los datos de peso promedio por capullo y peso total cosechado en cada una de las parcelas se estimó el número de capullos por parcela y por unidad de superficie. El desmotado se realizó con una mini desmotadora tipo experimental en el INTA Reconquista, y las muestras de fibras obtenidas se enviaron al laboratorio de HVI de APPA en el parque industrial de Reconquista para los análisis de calidad tecnológica de fibra. Se analizó estadísticamente los resultados considerando las varianzas (ANOVA) y comparando medias de los tratamientos con el test de LSD de Fisher mediante el software informático InfoStat.



Figura 2. Fotografía aérea del ensayo en estado vegetativo.



RESULTADOS

Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales que se presentaron en la campaña 2018/19 se pueden observar en el artículo “Condiciones ambientales en el norte de Santa Fe en la campaña 2018/19”. La combinación de altas precipitaciones y baja tasa de radiación solar que se registraron durante los meses de la campaña algodonera impactaron significativamente

en el crecimiento y desarrollo del cultivo del algodón con potencial efecto negativo en el rendimiento y calidad de fibra. En la Figura 3, se observa el cultivo en el periodo de llenado de bochas bajo condiciones de estrés por anegamiento. Estas condiciones se mantuvieron constante durante 50 días entre mediados de diciembre e inicios de febrero donde se registraron 26 días de lluvia con 699.7 milímetros.



Figura 3. Imagen del ensayo en el estado fenológico de llenado de bochas bajo estrés por anegamiento.

Fenología

Para conocer la duración del ciclo y las diferencias entre cada variedad se registraron los principales eventos del desarrollo del cultivo de algodón para todas los cultivares. Se observa en la Tabla 2 que las variedades con la menor duración a 1º bocha abierta fueron DP 402 y Guaraní, en cambio, la que registró un mayor número de días para alcanzar la misma etapa fue DP 1238, registrando una diferencia de 6 días entre ellas. Por último, desde 1º bocha abierta a cosecha transcurren, en general, entre 15 y 40 días dependiendo en gran parte de la cantidad y ubicación de las capsulas que presentan las plantas de cada genotipo y el grado de determinación de las variedades.

Tabla 2. Días desde emergencia a primer pimpollo visible, primera flor abierta y primera bocha abierta de los genotipos utilizados en el ensayo.

Cultivar	días a 1º Pimpollo visible	días a 1º Flor abierta	días a 1º Bocha abierta	diferencia con la más corta
NuOpal	36	61	112	5
G 2000	33	60	111	4
Guazuncho 4	33	58	109	2
Guaraní	31	57	107	-
DP 402	31	57	107	-
DP 1238	36	64	113	6
Porá 3	33	62	111	4

Rendimiento

En primer lugar, es necesario destacar en este punto que las condiciones ambientales tuvieron efectos negativos sobre los rendimientos esperados para el experimento. Estos se manifestaron no solo debido a la cantidad de precipitaciones registradas, sino también, a causa de la baja tasa de radiación durante el periodo crítico del cultivo.

Los resultados del experimento para rendimiento bruto, rendimiento de fibra, porcentaje de desmote, peso promedio por capullo y numero de capullo.m<sup>-2</sup> se pueden observar en la Figura 4. Tal como se puede analizar en el gráfico, se presentaron diferencias significativas en la mayoría de las variables. La variedad que presentó mejor performance para rendimiento tanto de fibra como bruto fue DP 1238 (721,7 kg.ha<sup>-1</sup> y 1.812,3 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente), mientras que el genotipo que registró el mayor % de desmote fue Porá 3 (41,8 %). Con respecto a los componentes de rendimiento, Porá 3 registró el mayor peso por capullo promedio (5,35 gramos.capullo<sup>-1</sup>) mientras que el mayor número de capullos.m<sup>-2</sup> fue encontrado en la variedad DP 402 (16,3 capullos.m<sup>-2</sup>).

Por último, resulta útil mencionar que las condiciones de estrés por anegamiento y baja radiación solar que se presentaron en la última campaña pudieron haber afectado de manera diferencial a los genotipos que tuvieron diferencias en cuanto al largo del ciclo. Para disminuir dicho efecto diferencial, hubiera sido necesario la realización de un mayor número de fechas de siembra, para evaluar el efecto de la variación de la misma sobre la performance de cada uno de los cultivares.

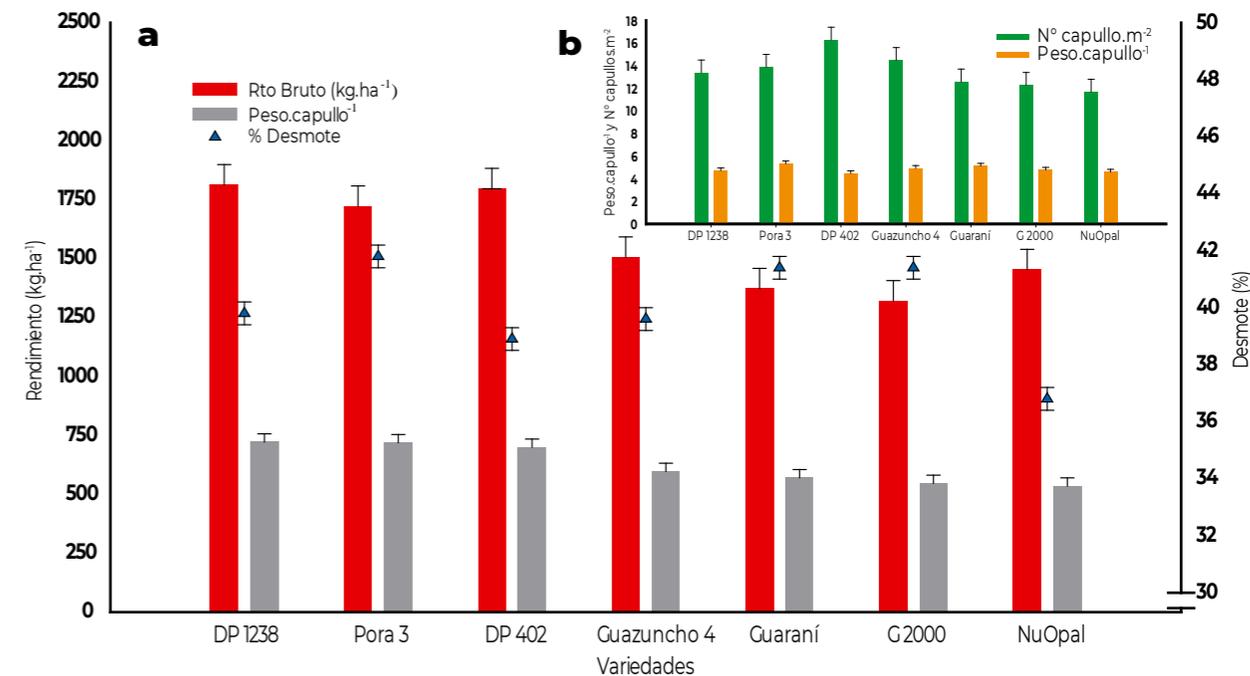


Figura 4a. Rendimiento bruto en kg. ha<sup>-1</sup> (barras rojas), rendimiento de fibra kg. ha<sup>-1</sup> (barras grises) y % de desmote (triángulos azules) registrados de las distintas variedades. 4b. numero de capullos.m<sup>-2</sup> (barras verdes) y peso.capullo<sup>-1</sup> (barras naranjas) observadas en los distintos genotipos. Barras indican error estándar.

Calidad de fibra

Los parámetros de calidad tecnológica de fibra de algodón más importantes se pueden distinguir en la Tabla 3. Se observó que existen diferencias significativas entre los genotipos evaluados para los parámetros de índice de hilabilidad (SCI), largo promedio de la mitad superior (UHML) y micronaire. Cabe destacar que las diferencias son fundamentalmente genotípicas, debido a que tanto la fecha de siembra como la de cosecha se mantuvieron constantes entre los genotipos y, por lo tanto, todos estuvieron expuestos a las mismas condiciones ambientales.

En general, todos los genotipos presentaron valores que varían entre regulares a muy buenos, quedando la mayoría en el rango de premiación para la comercialización. Sin embargo, las variedades pre-comerciales (Guaraní, Guazuncho 4 y Porá 3) presentaron valores de calidad de fibra inferiores a los obtenidos con las variedades comerciales (G 2000, NuOpal, DP 402 y DP 1238) para las condiciones ambientales que se presentaron en el norte de Santa Fe en la campaña 2018/19.

Tabla 3. Resultados de los análisis de calidad de fibra mediante HVI. Referencias: UHML: Largo de fibra promedio de la mitad superior (mm) –UI (%) Uniformidad de largo de fibra – MIC: Micronaire – Str: Resistencia (g.tex<sup>-1</sup>) – SFI: índice de fibras cortas (%) – SCI: índice de hilabilidad. Referencias: \* = p<0,05; \*\* = p<0,01 \*\*\* = p<0,001

Variedad	SCI	UHML (mm)	UI (%)	SFI (%)	Resistencia (g.tex <sup>-1</sup> )	Micronaire
Guaraní	121,3	27,04	81,8	8,47	28,07	4,22
Guazuncho 4	128,3	28,15	82,6	8,47	29,90	4,63
Porá 3	137,0	27,74	82,9	6,13	32,30	4,62
G 2000	138,7	28,71	83,1	8,47	31,70	4,58
NuOpal	145,7	29,61	82,6	7,60	32,77	4,19
DP 1238	150,0	29,61	84,1	6,50	34,27	4,84
DP 402	156,0	29,42	84,1	6,97	33,90	4,10
DMS	17,3	1,22	1,7	1,97	4,48	0,35
Variedad	*	**	ns	ns	ns	**

CONCLUSIONES

Las variedades utilizadas en el experimento presentaron diferencias significativas para fenología, componentes de rendimiento y calidad tecnológica de fibra. Es necesario que cada productor tenga en cuenta tanto estas diferencias como la oferta de recursos que su ambiente puede brindar, para así, evaluar el mejor genotipo para su lote.



# Cultivo de servicio y fertilización a la siembra en algodón

Ing. Agr. Mieres Luciano MP 3/191  
Ing. Agr. Scarpin Gonzalo MP 3/206  
Dr. Paytas Marcelo MP 3/116  
EEA INTA Reconquista

mieres.luciano@inta.gob.ar

## INTRODUCCIÓN

La producción sustentable de algodón requiere manejos que conserven y mejoren la fertilidad futura de los suelos. El uso de cultivos de servicios puede tener un rol relevante, ya que estos generan, cobertura superficial que protege el suelo, incrementando la presencia de raíces y residuos que serán transformados por la actividad biológica logrando aumentar materia orgánica joven donde se almacenen nutrientes de liberación lenta. Una posibilidad es utilizar especies de rápido crecimiento. Entre las gramíneas que pueden ser utilizadas en verano-otoño como cultivos de servicio en nuestra zona se encuentran avena negra, trigo y centeno. Estas requerirán ser nutridas con abonos y fertilizantes si los suelos presentan bajos niveles de nitrógeno. Las especies leguminosas como caupí, crotalaria, melilotus y vicia, también pueden ser implantadas en dicha época, con la ventaja de que pueden captar nitrógeno del ambiente mediante fijación biológica. La liberación de nutrientes durante el crecimiento del cultivo subsiguiente que puedan generar los cultivos de servicio dependerá de la especie utilizada, época del año y momento de barbecho realizado. Son escasos los estudios regionales que indiquen propuestas en relación al cultivo de algodón y su productividad. Tampoco es claro si el cultivo de servicio afecta la disponibilidad de fósforo y nitrógeno, requiriendo realizar fertilización a la siembra de algodón para revertir esa deficiencia. Tanto la sustentabilidad del recurso suelo, como la correcta nutrición del algodonoero, son aspectos importantes en el domo oriental santafesino, que presenta bajos niveles de materia orgánica y bajos niveles de fósforo y nitrógeno en suelo.

## OBJETIVO

Evaluar el uso de cultivos de servicio y fertilizante a la siembra sobre el rendimiento del cultivo de algodón, en suelos del norte de Santa Fe

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el ensayo de larga duración de la Estación Experimental Agropecuaria del INTA en Reconquista, sobre parcelas con la rotación algodón / sorgo / maíz de primera en siembra directa, se evaluó los siguientes tratamientos antecesores a la siembra de algodón: sin cultivo de servicio y con cultivo de servicio. A su vez sobre estos antecesores se evaluó el efecto sin y con fertilización a la siembra

con fosfato di amónico (0 y 100 kg.ha<sup>-1</sup> PDA; 18-46-0). Los cultivos de servicio se implantaron luego de maíz de primera, ocupando el periodo febrero-junio. Las parcelas del ensayo presentaron 8 surcos de 24 metros de largo (100 m<sup>2</sup>) en bloques completos al azar con tres repeticiones. Luego del cultivo de maíz de primera, los cultivos de servicio antecesores al algodón fueron: Trigo (*Triticum aestivum*; Campaña 2015/16), Avena negra (*Avena strigosa*; 2017/18) y caupí (*Vigna unguiculata*; 2018/19). Los cultivos de servicio se implantaron con sembradora de grano fino (19 cm entre surcos). Trigo y avena fueron fertilizados con 30 kg de N.ha<sup>-1</sup>.

En cada campaña, el cultivo de algodón se implantó en fecha óptima en el mes de octubre a 0,52 m entre líneas y con una densidad objetivo de 200.000 pl.ha<sup>-1</sup>. En la campaña 2015/16 se utilizó la variedad NuOpal BG RR, mientras que en las campañas 2017/18 y 2018/19 se utilizó la variedad DP 1238 BG RR. En pimpollado se realizó a todas las parcelas una aplicación de 40 kg de N fertilizante con Urea (46-0-0). El cultivo fue protegido de insectos y malezas, y se utilizó reguladores de crecimiento para generar estructuras compactas de planta.

Previo a la siembra del algodón, se realizó muestreo de suelo, donde se analizó el contenido de materia orgánica, el nitrógeno disponible en nitratos (N-NO<sub>3</sub>) y el fósforo disponible (P.disp). Las variables consideradas sobre el cultivo fueron, rendimiento bruto a cosecha tomando todos los capullos de las plantas de dos surcos por 5 metros lineales. Se calculó el número de capullos por planta y el peso medio por capullo. En el INTA Reconquista se realizó separación de fibras con mini desmotadora experimental para conocer el % de desmote. Las muestras de fibras de las campañas 2017/18 y 2018/19 fueron enviadas laboratorio de H.V.I. de la Asociación para la Promoción de la Producción Algodonera (A.P.P.A) para analizar la calidad tecnológica de fibra. Para conocer los efectos de los tratamientos se realizó análisis de la varianza y comparación de medias con la prueba LSD de Fisher.

## RESULTADOS

### Disponibilidad de nutrientes y agua:

Los niveles de nitrógeno disponible a la siembra en forma de nitratos (NO<sub>3</sub>) en la profundidad 0 a 20 cm de suelo variaron en un rango de 42 y 61 ppm, mientras que el fósforo disponible presentó menor variación, entre 15 y 17 ppm. Las condiciones para ambos nutrientes en los 20 cm superficiales fueron de baja a media disponibilidad

al considerar concentraciones óptimas, como también la materia orgánica del suelo (Tabla 1). Las lluvias acumuladas de octubre a marzo fueron contrastantes en las campañas consideradas, con situaciones de exceso hídrico en 2015/16 y 2018/19.

**Tabla 1:** Disponibilidad de nitrógeno y fósforo en suelo (0-20 cm) a la siembra del cultivo de algodón en antecesores con y sin cultivo de servicios. Contenidos de materia orgánica de suelo y lluvias acumuladas de octubre a marzo en campañas 2015/16, 2017/18, 2018/19. Reconquista, Santa Fe

Campaña	2015/16		2017/18		2018/19		Óptimo
	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con	
Nitrógeno disponible NO <sub>3</sub> (ppm)	42	36	46	45	56	61	+ 80
Fósforo disponible (ppm)	15	16	17	15	17	16	+ 25
Materia Orgánica (%)	1,71		1,73		1,69		+ 2,5
Lluvias octubre-marzo (mm)	915		586		1125		700

### Rendimiento y componentes:

La productividad de algodón en bruto y en fibra en tres campañas evaluadas se incrementó de forma significativa ante la utilización de cultivos de servicio como antecesor de algodón. Esto ocurrió tanto con uso de fertilizante a la siembra en dosis de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de fosfato diamónico (PDA), como también en ausencia de este insumo (Tabla 2). La diferencia de rendimiento entre el testigo (sin cultivo de servicio y sin fertilizante a la siembra) y ambos tratamientos con cultivo de servicio fue de 903 y 527 kg.ha<sup>-1</sup> de algodón bruto, con y sin PDA respectivamente. Cabe mencionar que los tratamientos, inclusive el testigo, fueron fertilizados en pimpollado con 40 kg N.ha<sup>-1</sup>. El rendimiento en fibra de los tratamientos con cultivo de servicio presentó una diferencia de 271 y 130 kg.ha<sup>-1</sup> respecto del testigo para

tratamientos con y sin PDA.

Las evaluaciones realizadas durante tres campañas también permitieron identificar que, en ausencia de cultivo de servicio, la respuesta media a la fertilización con 100 kg.ha<sup>-1</sup> de PDA fue de 689 kg.ha<sup>-1</sup> de algodón bruto y 257 kg.ha<sup>-1</sup> de fibra, mientras que dicha respuesta fue de 376 kg.ha<sup>-1</sup> de algodón bruto y 141 kg.ha<sup>-1</sup> de fibra, ante condiciones de uso de cultivo de servicio como antecesor.

Las campañas analizadas presentaron diferencias de rendimientos en bruto y fibra, siendo 2017/18 mejor que 2015/16 y 2018/19. Estas últimas presentaron exceso hídrico. Las lluvias abundantes además de afectar los rendimientos pueden causar erosión de suelo por impacto directo de la lluvia, y allí radica la importancia de utilizar cultivos de servicio.

**Tabla 2:** Rendimiento bruto y en fibra de algodón ante tratamientos con y sin cultivo de servicios en combinación con tratamientos con y sin fertilización a la siembra. Campañas 2015/16, 2017/18, 2018/19. Reconquista, Santa Fe.

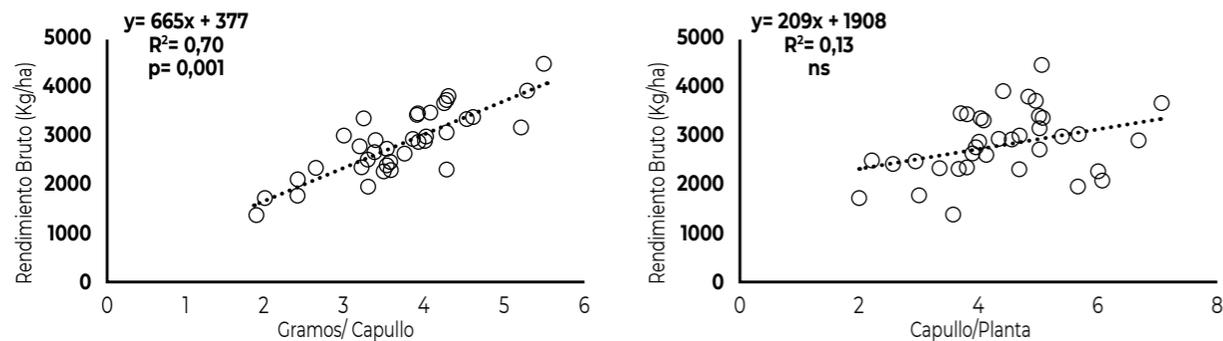
Tratamientos		Rendimiento Bruto kg.ha <sup>-1</sup>				Rendimiento Fibra kg.ha <sup>-1</sup>			
Cultivo servicio	PDA kg.ha <sup>-1</sup>	2015/16	2017/18	2018/19	media	2015/16	2017/18	2018/19	media
Sin	0	2023 a	2791 a	2092 a	2302 a	799 a	1138 a	814 a	904 a
Sin	100	3251 b	3077 ab	2647 ab	2991 b	1227 b	1159 a	1031 ab	1161 b
Con	0	2301 ab	3758 c	2426 ab	2829 ab	882 ab	1319 ab	937 ab	1034 ab
Con	100	2875 ab	3594 bc	3146 b	3205 b	1072 b	1364 b	1199 b	1175 b
Error Est.		296	191	252	212	115	71	100	73
<b>Media</b>		<b>2612 A</b>	<b>3305 B</b>	<b>2578 A</b>		<b>991 A</b>	<b>1221 B</b>	<b>996 A</b>	
Error Est.		154,7				65,7			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). LSD Fisher.

La productividad del cultivo presentó estrecha relación con uno de los componentes del rendimiento, el peso de capullos (Figura 1). Este varió entre 1,8 a 5,5 gramos.capullo<sup>-1</sup> en las tres campañas analizadas. Esta variable permitió explicar el 70%



de lo que sucedió con el rendimiento ( $R^2=0,7$ ) Otros componentes como el número de capullos por planta, que varió entre 2 y 7 unidades, no fue determinante en el rendimiento. Esto es importante porque indica que, con manejo de antecesor y fertilización a la siembra, es posible mejorar la productividad, manteniendo cultivos compactos en surcos estrechos. Estos se encuentran limitados en la posibilidad de generar una mayor cantidad de bochas por planta, dado que esto extiende el período de floración.



**Figura 2:** Relación entre el rendimiento bruto de algodón y las componentes de rendimiento  $\text{gramos} \cdot \text{capullo}^{-1}$  y  $\text{capullos por planta}$ . Campañas 2015/16, 2017/18, 2018/19. Reconquista, Santa Fe.

**Calidad de fibra campañas 2017/18 y 2018/19:**

La calidad de fibra no presentó diferencias ante las combinaciones de cultivos de servicios y fertilizantes evaluados (Tabla 3). Al comparar con los valores óptimos, la calidad en general fue buena a muy buena en todas las condiciones, posiblemente la fertilización con  $40 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  realizada en floración generó homogeneidad en este aspecto tapando los efectos de antecesor y fertilizante a la siembra.

Al comparar entre 2017/18 y 2018/19, la calidad de fibra presentó diferencias entre campañas, entrando en rango de premio la fibra de 2017/18 en parámetros de micronaire, longitud de fibra superior mayor a 29 mm, resistencia mayor a  $32 \text{ g} \cdot \text{tex}^{-1}$ , mientras que la de 2018/19 presentó valores sub óptimos en los parámetros evaluados. Las condiciones de exceso hídrico serían quienes determinaron estos resultados. Sin embargo, la calidad obtenida en 2018/19 fue muy buena a niveles generales.

**Tabla 3:** Calidad de fibra de algodón para los parámetros, micronaire, longitud de la fibra, uniformidad de la longitud, resistencia y elongación, ante tratamientos con y sin cultivo de servicios en combinación con tratamientos con y sin fertilización a la siembra. Campañas 2015/16, 2017/18, 2018/19. Reconquista, Santa Fe. Datos determinados en laboratorio HVI de A.P.P.A.

Tratamientos		Micronaire		UHML(mm)		U.I (%)		Resistencia $\text{g} \cdot \text{tex}^{-1}$		Elongación(%)	
Cultivo servicio	PDA $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	2017/18	2018/19	2017/18	2018/19	2017/18	2018/19	2017/18	2018/19	2017/18	2018/19
Sin	0	3,9	4,8	29,4	28,4	83,3	82,4	33,6	30,1	5,6	6,8
Sin	100	4,2	4,6	29,2	28,5	83,0	82,2	31,6	30,9	5,7	7,0
Con	0	3,8	4,7	29,0	27,7	81,7	81,5	33,5	30,9	5,8	6,7
Con	100	4,1	4,7	29,2	28,7	83,7	81,9	31,8	30,0	5,9	6,7
Error Est.		0,15	0,13	0,16	0,33	0,77	0,86	1,2	1,12	0,25	0,1
<b>Media</b>		<b>4,0 a</b>	<b>4,7 b</b>	<b>29,3 b</b>	<b>28,3 a</b>	<b>82,9 b</b>	<b>82,2 a</b>	<b>32,6 b</b>	<b>30,5 a</b>	<b>5,7 a</b>	<b>6,8 b</b>
Error Est.		0,08		0,17		0,4		0,55		0,1	
Óptimo		3,7 a 4,2		> 29,0		> 83		> 30		>7,6	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). LSD Fisher.

La información suelo-cultivo relevada, permite inferir que los cultivos de servicios utilizados no generaron condiciones de fertilidad en suelo que permita cubrir completamente los requerimientos nutricionales de nitrógeno y fósforo de algodones de elevada producción, dado que la corrección con fertilizantes a la siembra mejoró sustancialmente la productividad. Sin embargo, el solo uso de cultivo de servicio (sin fertilización) aumentó de forma contundente el rendimiento, lo que amerita realizar estudios futuros sobre cultivos de servicios que, además de generar sustentabilidad, determinen menos requerimientos de insumos externos como los fertilizantes. Por otra parte, la calidad de la fibra no presentó modificaciones respecto del manejo antecesor y la corrección nutricional a la siembra realizada en algodón como tratamientos, motivo que indica la necesidad de estudiar otras prácticas (nutricionales y de manejo) que permitan impactar positivamente no solo en el rendimiento, sino también calidad de fibra producida.

**CONCLUSIONES**

Incorporar prácticas que mejoren la sustentabilidad en algodón es factible en ambientes del norte de Santa Fe. El rendimiento de algodón se incrementó por el uso de cultivos de servicio trigo, avena negra y caupí en época estivo-otoñal. Los cultivos de servicio generaron parte de la fertilidad necesaria para elevar la productividad, pero no para abastecer completamente los requerimientos nutricionales de algodones de alta productividad. La respuesta productiva a la fertilización a la siembra pudo ser comprobada, inclusive luego de realizado refertilización en pimpollado. Dicha respuesta también se comprobó en condiciones de antecesor con cultivo de cobertura.



# Identificación de genotipos contrastantes para características de importancia agronómica en algodón

Ing. Agr. Dileo Pablo  
Ing. Agr. Scarpin Gonzalo MP 3/206  
Ing. Agr. Winkler Horacio Martín  
Dr. Paytas Marcelo MP 3/116  
EEA INTA Reconquista

Fernandes Iago  
Senna Rafael  
Cordeiro Carlos Felipe  
UNOESTE Paulista, Brasil

Troncoso Carlos  
Universidad Tolima, Colombia

Lorenzini Fernando  
UNL, Santa Fe

Dr. Rodríguez Gustavo Ruben  
UNR, Rosario  
dileo.pablo@inta.gov.ar

## INTRODUCCIÓN

La elección de genotipos progenitores a incluir en el panel de cruzamientos es fundamental en cualquier programa de mejora. Una de las técnicas en la cual se ha utilizado y se sigue utilizando para la mejora de los cultivos es la obtención de poblaciones segregantes, la cual se obtienen a partir del cruzamiento de dos progenitores y posterior autofecundación de las generaciones obtenidas; entre ellas las diferentes filiales ( $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$ ,...). El paso previo al desarrollo de estas poblaciones es la identificación de genotipos que sean contrastantes en los parámetros de importancia agronómica, para luego dentro de la población generada poder seleccionar los más deseados.

La selección puede realizarse por técnicas convencionales o de biología molecular. En esta última, se utilizan marcadores moleculares (pequeñas porciones de ADN) que se relacionan a las características deseadas. A partir de la extracción de ADN de diferentes partes de la planta (hojas, semillas, entre otras) se pueden determinar qué características presentan los genotipos evaluados. Es así que a partir de la evaluación de las poblaciones segregantes ( $F_2$ , por ejemplo) y marcadores moleculares disponibles, se pueden relacionar a características de importancia agronómica y luego ser utilizados para la selección.

Actualmente los mejoradores presentan el desafío de combinar altos rendimientos con aumentos en parámetros relacionados a la calidad de la fibra de algodón. Por esta razón se están realizando estudios de caracterización morfo-fisiológica y molecular, para poder entender el comportamiento de los diferentes caracteres productivos y morfológicos, realizar una selección más eficiente y así poder obtener un avance en la genética del cultivo.

## OBJETIVO

Evaluar rasgos de importancia agronómica en genotipos de algodón para identificar aquellos contrastantes y utilizarlos en la construcción de poblaciones segregantes.

## MATERIALES Y METODOS

El experimento fue conducido en la Estación Experimental Agropecuaria del INTA Reconquista. Se llevó a cabo en macetas bajo condiciones semi-controladas (invernadero) en un diseño en bloques completamente aleatorizado con 9 repeticiones. Se sembró de manera manual el 7 de septiembre de 2018. Se utilizaron 8 genotipos (Tabla 1 y Figura 1), coleccionados por el banco de germoplasma de INTA. Las macetas fueron regadas y fertilizadas periódicamente para el óptimo crecimiento y desarrollo de las plantas. Se realizaron las siguientes mediciones: i) Mapeos de la dinámica de la floración en todas las plantas: este procedimiento se realizó registrando en cada una de las posiciones reproductivas que genera la planta, la presencia de un pimpollo, una flor, una bocha verde, una cápsula abierta o un aborto, a los 30, 60, 90 y 120 días (correspondientes a los estados fenológicos 1º pimpollo, 1º flor, 1º bocha abierta y fin de ciclo, respectivamente); ii) Rendimiento bruto de algodón: se recolectó la fibra-semilla de algodón de todas las cápsulas presentes en las plantas. Las muestras obtenidas fueron pesadas en balanzas de precisión; iii) Rendimiento de fibra al desmote: se tomaron las muestras de algodón proveniente de las mediciones de rendimiento bruto, se realizó el desmote en una mini-desmotadora experimental y se pesó en una balanza de precisión la fibra y semillas por separado. El porcentaje de desmote se calcula como la relación entre el peso de la fibra sobre el peso de la fibra más la semilla; iv) Parámetros de calidad tecnológica de fibra de algodón: se enviaron las muestras de fibra de algodón obtenidas al laboratorio de H.V.I. de la Asociación para la Promoción de la Producción Algodonera (A.P.P.A) en el parque industrial de Reconquista para los análisis de calidad de fibra; v) Temperatura: Se registró la temperatura máxima y mínima diaria presente dentro del invernadero.

Tabla 1: Descripción de los genotipos evaluados con sus respectivas procedencias.

Genotipos	Procedencia
BGSP 207	Argentina
BGSP 126	Senegal
BGSP 269	Argentina
BGSP 425	EEUU
BGSP 166	Argentina
BGSP 159	EEUU
SP 41255	Línea avanzada- Argentina
SP 6565	Línea avanzada- Argentina



Figura 1: Genotipos que han sido utilizados para el estudio.

## RESULTADOS

### Rendimiento:

Hubo diferencias en el promedio de los rendimientos para los 8 genotipos evaluados (Figura 2). La línea avanzada SP 41255 se diferenció del resto de los genotipos, con un promedio de 48.9 g.planta<sup>-1</sup> de algodón bruto; sin embargo, el de menor valor fue el genotipo BGSP 166 con 36.8 g.planta<sup>-1</sup>. Esta diferencia se debió a la mayor capacidad de retención de capsulas, y por consiguiente, el menor número de abortos del genotipo SP 41255. En la Figura 3 se puede observar esta dinámica, en la cual SP 41255 generó en promedio 10 capsulas abiertas por planta y el genotipo BGSP 166 solo 7. Se puede observar que ambos genotipos desarrollan la misma cantidad de posiciones reproductivas, sin embargo, cada genotipo puede retener mayor o menor número de estructuras reproductivas (cápsulas). Por otro lado, ambos genotipos fueron contrastantes en rendimiento de fibra al desmote, con 46.9 % para el primero y 31.2 % para el segundo (Figura 2).

## Promedio de rendimiento de los 8 genotipos evaluados

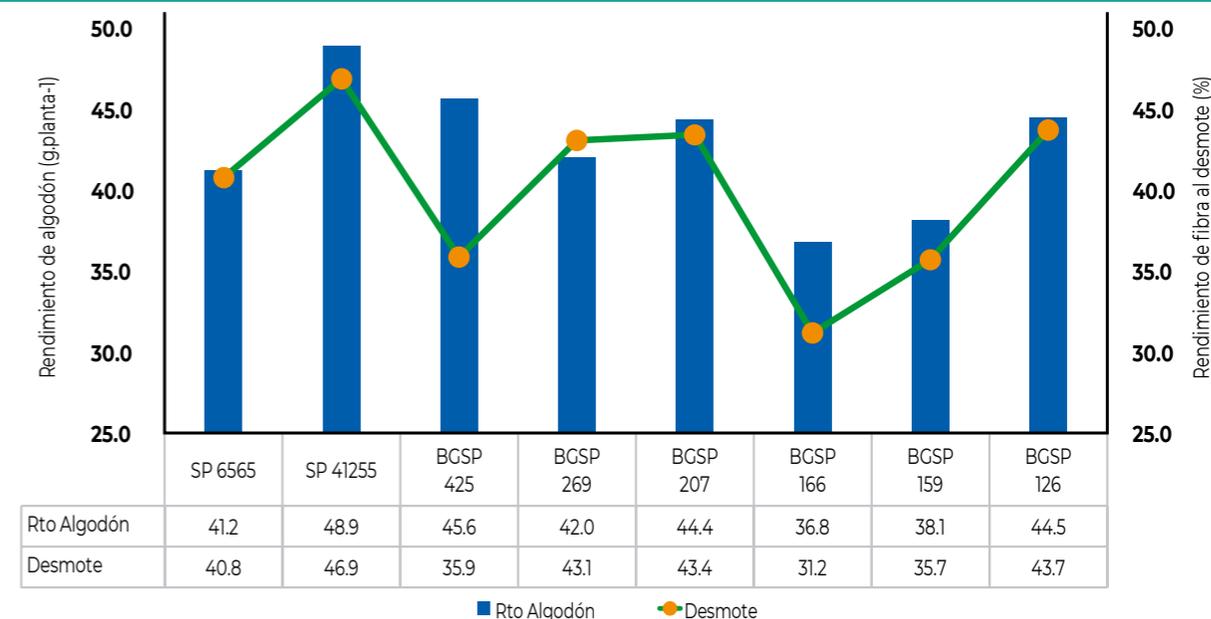
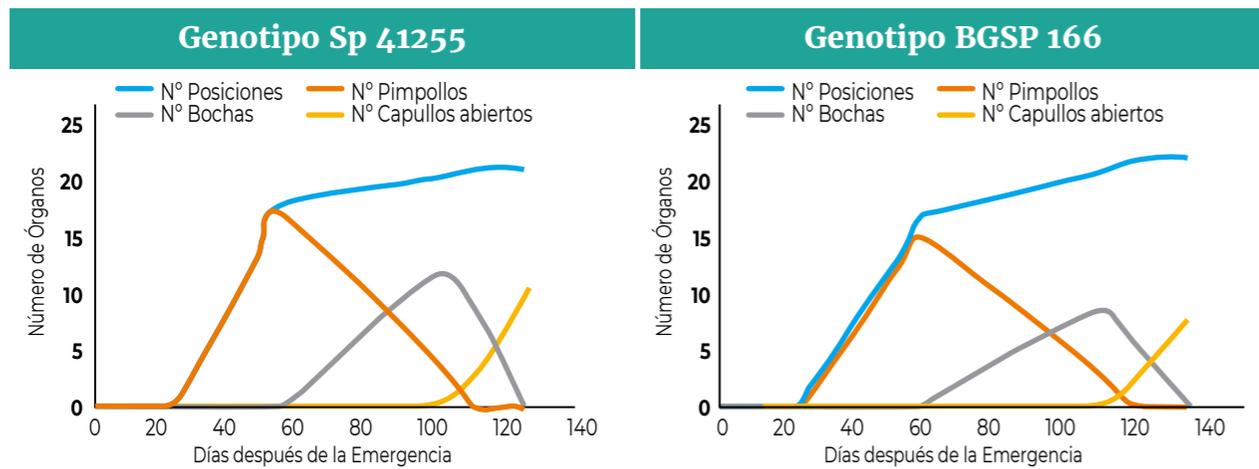


Figura 2: Promedio de rendimiento de los 8 genotipos evaluados. Barras azules indican rendimientos promedios de algodón (gramos.planta<sup>-1</sup>) y los puntos naranjas indican rendimiento de fibra al desmote (en porcentaje).





**Figura 3:** Dinámica de floración de los genotipos más contrastantes. El gráfico de la izquierda corresponde al genotipo SP 41255 y el de la derecha el genotipo BGSP 166. Líneas azules, naranjas, grises y amarillas corresponden al número de posiciones, pimpollos, bochas y capullos abiertos, respectivamente.

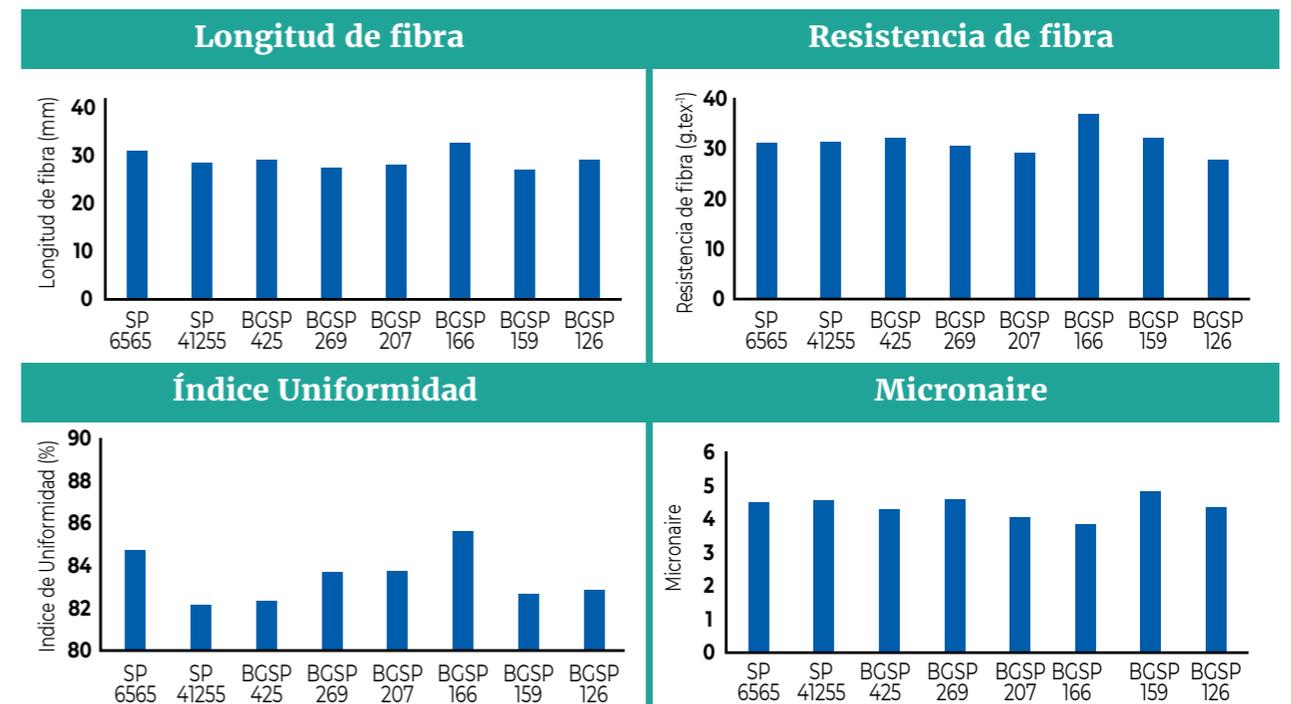
En la Figura 4, se puede visualizar las diferencias entre los genotipos más contrastantes. Viéndose un mayor número de capullos en la imagen de la izquierda, y a su vez una mayor cantidad de fibra en los mismos, relacionándose a lo mostrado anteriormente.



**Figura 4:** Detalle de los dos genotipos más contrastantes. Las tres imágenes de la izquierda corresponden a la línea avanzada SP 41255 y las tres de la derecha a la del genotipo BGSP 166.

**Calidad de fibra:**

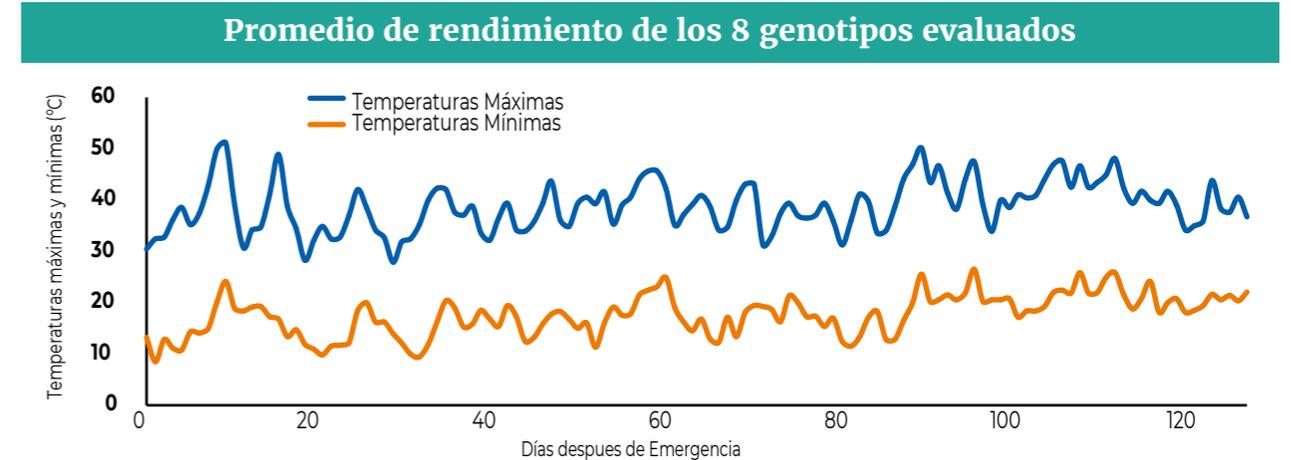
Una gran parte de la determinación de la calidad de fibra de algodón, a parte del componente ambiental, lo determina el genotipo. En la Figura 5 se exponen los resultados de cuatro parámetros relacionados a calidad de fibra. Se puede observar que el genotipo que presentó menor rendimiento de algodón y rendimiento de fibra al desmote (BGSP 166) fue el que mostró mayores valores en longitud, resistencia e índice de uniformidad de fibra, y un menor valor de micronaire. Lo contrario ocurrió con el genotipo que presentó mayor rendimiento (SP 41255), presentando menores valores en los parámetros ya mencionados.



**Figura 5:** Parámetros de calidad de fibra de los 8 genotipos evaluados. Los dos gráficos superiores corresponden a valores promedio de resistencia y longitud de fibra; los dos gráficos inferiores a Índice de Uniformidad y Mironaire, respectivamente.

**Temperatura de invernadero:**

En la Figura 6 se presenta las temperaturas máximas y mínimas diarias registradas desde la emergencia hasta fin de ciclo de los genotipos estudiados. En la etapa crítica de las plantas (entre los 35 a 80 días después de la emergencia) las temperaturas estuvieron dentro del rango para el óptimo crecimiento y desarrollo, con promedios en esta etapa de 37°C de máxima y 18°C de mínima.



**Figura 6:** Evolución de las temperaturas máximas (línea azul) y mínimas (línea naranja) diarias desde la emergencia hasta fin de ciclo de las plantas en condiciones semi-controladas (invernadero).

**CONCLUSIONES**

Se presentaron diferencias entre los genotipos evaluados, por lo tanto, servirán para ser incluidos como progenitores en los cruzamientos.

Se destaca la línea avanzada SP 41255 como un material que presentó una alta retención de órganos fructíferos, mayor rendimiento de algodón y mayor rendimiento de fibra al desmote. Por otro lado, el genotipo BGSP 166, aunque presentó bajo rendimiento de algodón y de fibra al desmote, es una fuente importante de parámetros relacionados a la calidad de la fibra.

Por último, los contrastes encontrados permitirán que, mediante los cruzamientos y posterior selección, puedan desarrollarse genotipos con características de alto rendimiento y calidad de fibra.



# Caracterización morfológica y productiva de líneas de algodón

Ing. Agr. Scarpin Gonzalo MP 3/206  
Ing. Agr. Dileo Pablo  
Ing. Agr. Winkler Horacio Martín  
Dr. Paytas Marcelo MP 3/116  
EEA INTA Reconquista

Fernandes Iago  
Senna Rafael  
Cordeiro Carlos Felipe  
UNOESTE Paulista, Brasil

Troncoso Carlos  
Universidad Tolima, Colombia

Lorenzini Fernando  
UNL, Santa Fe

scarpin.gonzalo@inta.gov.ar

## INTRODUCCIÓN

En Argentina, como se presentó en distintos trabajos y publicaciones, existen escasos genotipos de algodón adaptados a las condiciones climáticas que se encuentran, no solo en la provincia de Santa Fe, sino también, en todas las regiones algodonerías del país. Por este motivo es necesario avanzar en investigaciones locales que involucren nuevos materiales genéticos adaptados al ambiente, con cada una de sus limitantes de crecimiento y desarrollo, características productivas y prácticas de manejo agronómico ajustadas.

Uno de los objetivos fundamentales del equipo de investigación de algodón de INTA Reconquista es el desarrollo de variedades mejoradas de algodón. Para este objetivo, se está comenzando en lo que es un largo proceso de mejoramiento genético. La evaluación de genotipos disponibles es el primer paso del proceso, esto nos permite obtener información de características de importancia agronómica que servirán y darán lugar al aumento de variabilidad genética dentro del programa.

Para dicho programa, se realizan diferentes actividades como ser: cruzamiento entre genotipos destacados, selección de progenies y evaluación de líneas avanzadas para ser lanzadas como material de comercialización. Para ello, es necesario tener un previo conocimiento de las características destacables de cada material que nos ayude en la toma de decisión de la selección de individuos en las poblaciones generadas y así, poder transferir ciertos rasgos de interés para producir genotipos mejorados genéticamente. A este proceso de identificación y caracterización de genotipos se denomina "pre-breeding" o pre-mejoramiento.

En la Estación Experimental de INTA Reconquista contamos con un pool de semillas de algodón de distintos orígenes, tanto variedades como líneas avanzadas, las cuales varían en diferentes rasgos, por lo cual es necesario tener una caracterización de cada una para conocer las diversas características de interés agronómico, indispensable para un plan de mejoramiento del cultivo.

## OBJETIVO

Evaluar características morfológicas, productivas, parámetros de calidad tecnológica de fibra y la relación entre las variables respuesta en distintos genotipos de algodón, provenientes del banco de germoplasma nacional bajo condiciones semicontroladas.

## MATERIALES Y METODOS

El ensayo fue llevado a cabo en la Estación Experimental de INTA Reconquista (Lat. 29°11'S Long. 59°52' W), para el mismo, se utilizaron 56 genotipos de algodón (Tabla 1), encontrándose entre los mismos: variedades y líneas avanzadas de INTA, variedades extranjeras y líneas obsoletas provenientes del banco de germoplasma nacional de INTA, las cuales fueron seleccionadas debido a que presentaban diferencias en lo que respecta a requerimientos térmicos para el desarrollo, potenciales de rendimiento, morfología, estructura y parámetros de calidad de fibra, entre otros.

Tabla 1. Genotipos utilizados en el ensayo

Nº Orden	Genotipo	Origen	Nº Orden	Genotipo	Origen	Nº Orden	Genotipo	Origen
1	BGSP-00028	Estados Unidos	21	CHACO 520	Argentina	41	SP 4326	Argentina
2	BGSP-00067	Costa de Marfil	22	DP 50	Estados Unidos	42	SP 45826	Argentina
3	BGSP-00070	Chad	23	Guazuncho 2	Argentina	43	SP 45935	Argentina
4	BGSP-00072	Camerún	24	Guazuncho 3	Argentina	44	SP 47143	Argentina
5	BGSP-00088	Camerún	25	ORO BLANCO II	Argentina	45	SP 48114	Argentina
6	BGSP-00145	Estados Unidos	26	Paymaster 145	Estados Unidos	46	SP 6143	Argentina
7	BGSP-00177	Argentina	27	PORA	Argentina	47	SP 6284	Argentina
8	BGSP-00192	Argentina	28	PORAITE	Argentina	48	SP 6565	Argentina
9	BGSP-00193	Argentina	29	REBA P 279	Paraguay	49	SP 6582	Argentina
10	BGSP-00194	Argentina	30	SP 1105	Argentina	50	SP 6635	Argentina
11	BGSP-00428	Estados Unidos	31	SP 1276	Argentina	51	SP 890	Argentina
12	BGSP-00514	Australia	32	SP 1326	Argentina	52	SP 896	Argentina
13	BGSP-00715	Pakistán	33	SP 148	Argentina	53	Stonville 508	Estados Unidos
14	BGSP-00748	China	34	SP 152	Argentina	54	TOBA II	Argentina
15	BGSP-00752	China	35	SP 1623	Argentina	55	UZK 1	Uzbekistán
16	BGSP-00755	China	36	SP 180	Argentina	56	UZK 2	Uzbekistán
17	BGSP-00759	China	37	SP 187	Argentina			
18	BGSP-00779	China	38	SP 2311	Argentina			
19	CACIQUE	Argentina	39	SP 41255	Argentina			
20	CHACO 510	Argentina	40	SP 4172	Argentina			

Para la realización del ensayo, se sembraron 12 semillas de cada uno de los genotipos en bandejas con sustrato inerte y se realizó un riego de 100 ml de agua el 7 de septiembre del 2018. Las bandejas fueron colocadas en una cámara de germinación que osciló entre 25 y 30 ° C de temperatura. Se procedió de esta manera, debido a que las temperaturas del ambiente en esa fecha no fueron propicias para una correcta germinación ( $T > 18$  ° C). Una vez germinadas las plántulas, en el estado fenológico de 1° hoja desplegada, se realizó el trasplante a macetas de 5000 cm<sup>3</sup> en un invernadero de 24 x 48 metros. Las macetas fueron preparadas con una mezcla de suelo de monte y sustrato inerte con una relación 3:1. Se trasplantaron 3 plántulas por maceta, que luego de una semana, fueron raleadas para dejar solo 1 planta por maceta con el objetivo de lograr el máximo potencial de rendimiento y disminuir la competencia entre plantas. Para completar esta tarea, se aplicó una dosis de fertilizante (21-7.5-2.7) de 2 gramos por maceta. Las macetas fueron regadas según las necesidades de evapotranspiración durante todo el ciclo, variando el intervalo entre riego y riego entre 1 y 4 días.

El experimento se realizó con un diseño en bloques completamente aleatorizado con tres repeticiones por variedad (56 variedades \* 3 repeticiones = 168 macetas). Cada bloque estaba constituido por una mesa donde estaban ubicadas las macetas con los 56 genotipos distribuidos al azar (Figura 1). Para cumplir con el objetivo del trabajo se realizó un muestreo destructivo en el final del ciclo (30 de enero de 2019) en el cual se cosecharon y seccionaron las plantas en tallo, ramas reproductivas, ramas vegetativas, capsulas y fibras. Todas las muestras de las partes de

las plantas fueron llevadas a estufa a 65 ° C hasta peso constante (96 horas) para luego determinar el peso seco. Antes de realizar la sección de las plantas, a través de una metodología conocida como mapeo fisiológico, se registraron las siguientes variables:

- Altura: se midió las plantas desde la base del tallo hasta la punta del ápice.
- Nº de nudos: se contaron el número de nudos presentes en el tallo de cada planta muestreada.
- Nº de ramas vegetativas: se contaron la cantidad de ramas vegetativas presentes por planta.
- Nº de ramas reproductivas: se contaron el número de ramas reproductivas presentes por planta.
- Nudo de inserción de la primera rama reproductiva (Nudo 1º RR): se registró el nudo donde se insertó la 1º rama reproductiva en cada planta muestreada.
- Altura de la rama de la primera posición (Altura 1º RR): se midió la altura que existe entre el nivel del suelo y la primera rama reproductiva en cada tallo.
- Mapeos de dinámica de floración: se realizó registrando en cada una de las posiciones reproductivas que genera la planta, la presencia de un pimpollo, una flor, una bocha verde, una cápsula abierta o un aborto. Con estos datos se realizaron dinámicas de floración de las diferentes variedades y porcentaje de retención final a la que llegó cada una de las plantas seleccionadas para el mapeo. El cálculo del porcentaje de retención se realiza dividiendo el número de capsulas fijadas sobre el número total de posiciones generadas.





Figura 1. Disposición de los genotipos en las mesas donde se llevó a cabo el experimento.

Para evaluar la longitud del ciclo de cada una de los genotipos, se registró el tiempo en días necesario para que los genotipos alcancen los estados fenológicos de: 1º pimpollo visible, 1º flor abierta, 1º bocha abierta y 100% de bochas abiertas.

Para el cálculo de los parámetros de rendimiento se realizaron las siguientes mediciones:

- 1) Rendimiento bruto: se recolectaron la fibra de algodón de todas las capsulas presentes en las plantas de las macetas y de pesaron en balanzas de precisión.
- 2) % de desmote: se tomó toda la fibra de algodón proveniente de las mediciones de rendimiento bruto y se realizó el desmote en una mini-desmotadora experimental. Luego del desmote, se pesó en una balanza de precisión la fibra y semillas por separado. El porcentaje de desmote es la relación entre el peso de la fibra sobre el peso de la fibra más la semilla.
- 3) Rendimiento de fibra: se multiplicó el rendimiento bruto de algodón por el % de desmote obtenido.
- 4) Peso por capullo: se determinó dividiendo el rendimiento bruto por los capullos cosechados por maceta.
- 5) N° de capsulas por planta: se determinó contando el número total de capsulas por planta muestreada.

- 6) Índice de cosecha: resulta de la división entre el peso de la materia seca de fibra y semilla sobre la materia seca total de la planta (fibra + semilla + tallo + ramas vegetativas + ramas reproductivas + hojas). Este valor nos indica que porcentaje del peso total final de la planta es destinado para fibra y semilla.
- 7) Parámetros de calidad tecnológica de fibra de algodón: Para obtener estos parámetros se enviaron las muestras de fibra de algodón obtenidas luego del desmote, al laboratorio de HVI (USTER 1000) que posee APPA en las instalaciones del parque industrial en Reconquista, Santa Fe. Los parámetros de calidad tecnológica de fibra evaluados fueron: SCI (Índice de Hilabilidad), Micronaire, longitud promedio de la mitad superior (UHML), % de uniformidad (UI), índice de fibras cortas (SFI), resistencia de fibra (g.tex<sup>-1</sup>), elongación (Elg), contenido de humedad de la muestra, color (Rd y +b), grado de color (C.G) y contenido de basura.

Se analizó estadísticamente los resultados considerando las varianzas (ANOVA) y diferencias mínimas significativas según el test de LSD Fisher en el software informático InfoStat. También se realizaron análisis de correlación utilizando coeficientes de correlación de Pearson.

## RESULTADOS

### Fenología

Para esta variable, se registraron los días que los genotipos necesitaron para alcanzar los distintos estados fenológicos. Se presentaron diferencias entre los mismos siendo “SP 187” la que registró el menor tiempo hasta alcanzar la apertura del primer capullo y “BGSP-00070” la que presentó la mayor cantidad de días para el mismo evento fenológico, siendo la diferencia entre los mismos de 12 días. Se resalta este momento fenológico, debido a que luego de éste, el tiempo hasta 100 % de apertura de capsulas está influenciado por otras variables como ser el número y

tamaño de bochas que presenta cada genotipo. Por último, en la Tabla 2 se muestran los genotipos con el menor y mayor tiempo para alcanzar los distintos eventos fenológicos registrados, por lo que, dentro de ese rango se ubicaron los otros 54 genotipos analizados. Es necesario resaltar que los resultados presentados pueden diferir de aquellos que se obtengan en campo en la misma fecha. Esto se debe a que el ensayo fue desarrollado en condiciones semicontroladas en invernadero, dentro del cual se presentan temperaturas superiores al exterior.

Tabla 2 Días mínimos y máximos que demoraron los genotipos en alcanzar los distintos estados fenológicos.

Evento fenológico	Días mínimo	Días máximo	Genotipo que alcanzó el periodo en menor tiempo	Genotipo que alcanzó el periodo en mayor tiempo
Primer pimpollo visible	24	40	CHACO 510	BGSP-00070
Primera flor abierta	48	61	SP 45826	SP 152
Primera capsula abierta	103	115	SP 187	BGSP-00070
100 % capsulas abiertas	116	138	PORA INTA	SP 896

### Rendimiento

Todos los parámetros relacionados a los componentes de rendimiento que se describieron y fueron evaluados en el experimento, presentaron diferencias mínimas significativas entre los genotipos utilizados (Tabla 3). Los valores promedios de tres repeticiones con los desvíos estándares para los componentes de rendimiento de fibra por planta variaron entre 11,50 grs (BGSP-00759) y 20,35 grs (SP 41255), el componente de rendimiento bruto oscilo entre 29,75 grs (Chaco 510) y 46,22 grs (SP 187),

el porcentaje de desmote presentó valores mínimos de 34,64 % (BGSP-00177) y máximos de 45,29 % (SP 1276), el número de capullos promedio por planta fluctuó entre 6,67 (Chaco 510) y 11,67 (BGSP-00715) y el peso por capullo promedio de cada genotipo variaron entre 3,10 (BGSP-00067) y 5,54 (Oro Blanco II). Tal como se puede observar los valores presentan variabilidad entre los mismos, lo que es fundamental para el comienzo de un plan de mejoramiento genético.

Tabla 3: Listado de valores promedios de tres repeticiones con sus respectivos desvíos estándares para los componentes de rendimientos de los genotipos utilizados en el experimento. Los valores resaltados en verde indican los cinco superiores de la variable, en cambio, los resaltados en naranja indican los cinco valores inferiores. Referencias: DMS: diferencia mínima significativa. Todas las variables presentaron diferencias significativas. Referencias: \* = p < 0,05; \*\* = p < 0,01 \*\*\* = p < 0,001

Variedad	Rendimiento fibra (gramos.planta <sup>-1</sup> )	Rendimiento bruto (gramos.planta <sup>-1</sup> )	Desmote (%)	N° Capullos. planta <sup>-1</sup>	Peso.capullo <sup>-1</sup> (gramos)
BGSP-00028	13,20 ± 0,49	36,87 ± 2,54	35,84 ± 1,17	8,0 ± 1,0	4,63 ± 0,26
BGSP-00067	12,42 ± 2,88	32,62 ± 7,40	36,98 ± 0,99	11,3 ± 2,1	3,10 ± 1,26
BGSP-00070	16,65 ± 1,12	40,76 ± 2,72	40,83 ± 0,18	10,7 ± 1,5	3,87 ± 0,51
BGSP-00072	15,83 ± 3,01	37,44 ± 2,56	42,04 ± 5,18	10,3 ± 1,2	3,64 ± 0,27
BGSP-00088	15,30 ± 2,27	40,41 ± 5,30	37,57 ± 0,97	10,0 ± 0,0	4,07 ± 0,49
BGSP-00145	12,89 ± 2,22	32,29 ± 5,05	39,85 ± 1,74	8,0 ± 1,7	4,10 ± 0,57
BGSP-00177	14,34 ± 0,69	41,41 ± 1,84	34,64 ± 0,13	9,0 ± 2,8	4,81 ± 1,31
BGSP-00192	12,30 ± 1,40	33,93 ± 6,70	36,82 ± 5,08	8,0 ± 1,7	4,27 ± 0,61
BGSP-00193	16,75 ± 2,43	41,69 ± 9,59	40,76 ± 3,94	9,0 ± 2,0	4,67 ± 0,84
BGSP-00194	15,21 ± 0,54	38,88 ± 1,96	38,82 ± 1,50	10,3 ± 0,6	3,80 ± 0,29
BGSP-00428	15,32 ± 2,68	37,22 ± 6,44	41,18 ± 2,72	7,0 ± 1,0	5,31 ± 0,30
BGSP-00514	13,82 ± 2,40	35,03 ± 6,30	39,49 ± 0,73	8,3 ± 1,5	4,22 ± 0,43
BGSP-00715	15,56 ± 3,52	40,12 ± 9,39	38,86 ± 2,11	11,7 ± 0,6	3,43 ± 0,73
BGSP-00748	17,13 ± 3,75	40,77 ± 8,20	41,92 ± 1,00	11,3 ± 1,2	3,60 ± 0,57



GENOTIPOS Y MEJORAMIENTO GENÉTICO

Variedad	Rendimiento fibra	Rendimiento bruto	Desmote (%)	Nº Capullos. planta <sup>-1</sup>	Peso.capullo <sup>-1</sup> (gramos)
	(gramos.planta <sup>-1</sup> )	(gramos.planta <sup>-1</sup> )			
BGSP-00752	18,06 ± 2,19	43,29 ± 4,62	41,34 ± 1,23	10,7 ± 1,5	4,12 ± 0,42
BGSP-00755	15,43 ± 2,30	40,32 ± 6,53	37,51 ± 0,81	10,7 ± 2,5	3,92 ± 0,45
BGSP-00759	11,50 ± 0,73	29,44 ± 2,68	38,55 ± 1,73	7,3 ± 1,5	4,15 ± 0,57
BGSP-00779	15,97 ± 2,30	42,23 ± 5,05	37,89 ± 3,80	11,7 ± 2,5	3,75 ± 1,02
CACIQUE INTA	16,30 ± 2,14	41,35 ± 4,36	39,35 ± 1,18	9,3 ± 1,5	4,47 ± 0,53
Chaco 510	11,59 ± 1,84	29,75 ± 5,68	39,25 ± 3,35	6,7 ± 1,2	4,52 ± 1,07
CHACO 520	16,22 ± 2,34	41,06 ± 6,70	39,57 ± 1,49	9,0 ± 1,0	4,55 ± 0,24
DP 50	17,56 ± 1,79	42,96 ± 5,77	41,04 ± 2,49	9,3 ± 1,5	4,65 ± 0,68
Guazuncho 2	12,61 ± 1,22	30,16 ± 1,41	41,76 ± 3,06	8,0 ± 1,0	3,80 ± 0,40
Guazuncho 3	16,02 ± 4,06	37,83 ± 9,97	42,41 ± 1,26	9,3 ± 1,2	4,07 ± 0,96
ORO BLANCO II	15,82 ± 2,03	38,20 ± 7,20	41,33 ± 2,05	7,0 ± 1,0	5,54 ± 0,94
Paymaster 145	14,07 ± 4,26	34,55 ± 11,52	41,01 ± 4,28	8,3 ± 2,5	4,19 ± 0,88
PORA INTA	16,08 ± 2,77	39,76 ± 5,22	40,31 ± 2,01	9,3 ± 0,6	4,26 ± 0,54
PORAITE INTA	14,01 ± 1,14	32,16 ± 3,58	43,66 ± 1,50	9,7 ± 0,6	3,34 ± 0,46
REBA P 279	15,74 ± 2,13	43,25 ± 2,26	36,29 ± 3,04	9,7 ± 1,5	4,54 ± 0,68
SP 1105	13,49 ± 1,65	32,29 ± 3,78	41,79 ± 1,75	7,7 ± 1,2	4,31 ± 1,00
SP 1276	19,05 ± 0,76	42,17 ± 2,71	45,29 ± 2,90	9,3 ± 1,5	4,57 ± 0,47
SP 1326	16,13 ± 1,74	36,20 ± 3,87	44,60 ± 2,17	9,0 ± 1,7	4,06 ± 0,31
SP 148	16,82 ± 2,96	38,83 ± 7,04	42,79 ± 1,02	10,3 ± 1,5	3,83 ± 0,65
SP 152	18,07 ± 0,61	44,21 ± 1,98	40,90 ± 1,21	9,3 ± 0,6	4,75 ± 0,41
SP 1623	16,90 ± 2,49	38,62 ± 4,74	43,20 ± 2,62	10,7 ± 1,5	3,67 ± 0,24
SP 180	18,39 ± 1,85	41,54 ± 2,82	44,20 ± 1,50	11,7 ± 0,6	3,57 ± 0,32
SP 187	19,82 ± 1,79	46,22 ± 5,02	42,94 ± 1,32	10,3 ± 0,6	4,47 ± 0,30
SP 2311	19,11 ± 1,05	43,33 ± 1,44	44,08 ± 1,13	9,7 ± 0,6	4,49 ± 0,33
SP 41255	20,35 ± 2,50	45,46 ± 5,41	44,74 ± 0,60	9,7 ± 0,6	4,72 ± 0,73
SP 4172	15,09 ± 1,51	35,33 ± 3,01	41,54 ± 5,08	10,3 ± 2,1	3,60 ± 0,49
SP 4326	16,47 ± 0,19	42,53 ± 1,44	38,75 ± 0,94	10,3 ± 2,5	4,27 ± 0,94
SP 45826	13,33 ± 0,24	30,29 ± 0,74	44,01 ± 0,28	7,5 ± 0,7	4,06 ± 0,48
SP 45935	18,26 ± 4,01	41,45 ± 7,01	43,83 ± 3,09	9,0 ± 0,0	4,61 ± 0,78
SP 47143	16,75 ± 4,33	40,00 ± 6,96	41,71 ± 5,60	10,7 ± 2,1	3,77 ± 0,33
SP 48114	15,28 ± 1,90	35,52 ± 2,97	42,93 ± 1,87	9,3 ± 0,6	3,82 ± 0,45
SP 6143	15,20 ± 0,90	37,73 ± 2,39	40,31 ± 1,90	9,7 ± 0,6	3,90 ± 0,13
SP 6284	19,29 ± 1,10	43,49 ± 3,55	44,41 ± 1,06	11,0 ± 2,0	4,03 ± 0,69
SP 6565	14,70 ± 1,17	36,16 ± 4,52	40,88 ± 3,52	10,0 ± 1,7	3,64 ± 0,40
SP 6582	16,86 ± 4,31	37,07 ± 8,39	45,24 ± 2,03	8,0 ± 1,0	4,62 ± 0,81
SP 6635	15,20 ± 1,07	37,63 ± 2,15	40,38 ± 0,55	9,0 ± 1,0	4,23 ± 0,67
SP 890	16,95 ± 4,98	38,39 ± 12,99	43,03 ± 0,99	9,3 ± 1,2	4,18 ± 0,84
SP 896	14,43 ± 4,16	33,87 ± 8,90	41,74 ± 1,29	10,3 ± 3,8	3,44 ± 0,46
Stonville 508	15,77 ± 1,36	39,72 ± 5,08	39,87 ± 2,17	8,7 ± 0,6	4,60 ± 0,69
TOBA INTA II	13,26 ± 1,19	33,61 ± 2,93	39,45 ± 0,70	6,7 ± 0,6	5,05 ± 0,37
UZK 1	15,64 ± 2,19	37,61 ± 6,80	41,81 ± 2,33	8,3 ± 1,5	4,52 ± 0,22
UZK 2	16,97 ± 1,13	41,19 ± 7,24	41,74 ± 4,62	9,7 ± 2,1	4,28 ± 0,25
DMS	3,90 ***	9,48 *	4,05 ***	2,5 ***	1,02***



Relación entre variables

En este apartado se utilizó una herramienta estadística que es el coeficiente de correlación de Pearson (r), el mismo es una medida que varía entre -1 y +1 y permite conocer el grado de relación que existe entre dos variables cuantitativas. Si el valor del coeficiente de correlación es positivo nos indica que las dos variables analizadas se correlacionan positivamente, esto quiere decir que cuando una variable crece, la otra también lo hará. Al contrario, los valores negativos del coeficiente de correlación indican que dos variables se correlacionan negativamente, lo que quiere decir que cuando una variable crece, la otra disminuirá. A su vez, cuanto más cercano a +1 o a -1 sean los valores de las correlaciones, mas “fuerte” es la asociación entre las variables. El estudio fue realizado de esta manera, debido a que esta herramienta nos permite seleccionar los mejores materiales teniendo en cuenta las variables que presentan mejores y mayores relaciones entre ellas. Por ejemplo, si la correlación fue positiva entre número de capullos y rendimiento, seleccionaremos aquellos genotipos que tengan un mayor número de capullos debido a que estos tendrán mayor rendimiento. Por otro lado, esta herramienta

también nos permite dar una importancia diferencial entre las diferentes variables, esto quiere decir que, si obtuvimos en el estudio que, tanto número de capullos como peso por capullo tienen correlaciones positivas con rendimiento, el grado de asociación entre cada una de estas variables y rendimiento será el que tengamos en cuenta para darle mayor importancia a una de las dos variables.

En la Tabla 4 se pueden encontrar los valores de coeficiente de correlación de Pearson y las significancias entre algunas de las variables evaluadas en el experimento. La variable más importante para el estudio, fue el rendimiento de fibra (gramos.planta<sup>-1</sup>) y la misma correlacionó positiva y significativamente con rendimiento bruto (+ 0,90), % retención global (+ 0,32), N° capullos por planta (+ 0,54), peso por capullo (+ 0,27), % desmote (+ 0,38) e índice de cosecha (+ 0,64). Esto quiere decir que el rendimiento de fibra fue mayor cuando alguna o todas estas variables fueron mayores. En cambio, el rendimiento de fibra tuvo coeficientes de correlación negativa con altura 1° RR y el nudo 1° RR. Estos resultados nos indican que el rendimiento de fibra fue menor cuando la primera rama reproductiva se generó a mayor altura.

Tabla 4: Cuadro de correlaciones (Pearson) entre las variables más importantes analizadas en el experimento. Los cuadros resaltados presentaron diferencias significativas. Cuadros verdes indican una correlación positiva entre las variables, en cambio, los cuadros color naranja indican una correlación negativa entre las variables. Referencias: \* = p<0,05; \*\* = p<0,01 \*\*\* = p<0,001

	Altura Final (cm)	Largo entrenudos promedio (cm)	Nudo 1° RR	Altura 1° RR (cm)	Días a 1° bocha abierta	Índice de cosecha	Desmote (%)	Peso. capullo <sup>-1</sup> (gramos)	Nº Capullos. planta <sup>-1</sup>	% Retención Global	Rendimiento bruto (gramos. planta <sup>-1</sup> )	Rendimiento fibra (gramos. planta <sup>-1</sup> )
Altura Final (cm)	1	+ 0,62***	+0,19*	+ 0,41***	-0,04	- 0,18*	0,04	0,11	-0,06	-0,03	0,07	0,08
Largo entrenudos promedio (cm)		1	-0,03	+ 0,24**	-0,10	- 0,23**	0,10	0,10	-0,11	0,09	0,01	0,05
Nudo 1° RR			1	+ 0,80***	0,02	- 0,36***	-0,03	0,06	- 0,25**	0,08	- 0,23**	- 0,22**
Altura 1° RR (cm)				1	0,03	- 0,47***	-0,03	0,11	- 0,31***	0,08	- 0,25**	- 0,24**
Días a 1 bocha abierta					1	0,06	-0,01	0	-0,01	0,02	0,01	0,01
Índice de cosecha						1	-0,03	+ 0,17*	+ 0,48***	+ 0,28***	+ 0,70***	+ 0,64***
Desmote (%)							1	-0,06	-0,02	-0,08	- 0,06	+ 0,38***
Peso. capullo <sup>-1</sup> (gramos)								1	- 0,61***	- 0,41***	+ 0,33***	+ 0,27***
Nº Capullos. planta <sup>-1</sup>									1	+ 0,67***	+ 0,59***	+ 0,54***
% Retención Global										1	+ 0,38***	+ 0,32***
Rendimiento bruto (gramos. planta <sup>-1</sup> )											1	+ 0,90***
Rendimiento fibra (gramos. planta <sup>-1</sup> )												1





GENOTIPOS Y MEJORAMIENTO GENÉTICO

# Progreso genético: desmote y calidad de fibra

Ing. Agr. Scarpin Gonzalo MP 3/206  
Ing. Agr. Dileo Pablo  
Ing. Agr. Winkler Horacio Martín  
Dr. Paytas Marcelo MP 3/116  
EEA INTA Reconquista

Rodela Daniel  
UNOESTE Paulista, Brasil

Lorenzini Fernando  
UNL, Santa Fe

scarpin.gonzalo@inta.gov.ar

Por otro lado, en la variable rendimiento bruto, se obtuvieron valores similares a los comentados en el párrafo anterior, excepto por el % de desmote que no tiene ningún tipo de influencia en registro de esta variable. Al hablar del % de retención global, se puede observar que tuvo valores de correlaciones positivas con el número de capullos por planta e índice de cosecha, en cambio, se correlacionó negativamente con el peso por capullo (gramos). Los dos componentes principales del rendimiento bruto de algodón (número de capullos y peso de los mismos) se correlacionaron negativamente, esto quiere decir que cuando uno aumentó en el experimento el otro disminuyó sus valores. Además, se puede observar, que el rendimiento de fibra tuvo una correlación más “fuerte” con el número de capullos por planta que con el peso de capullos. Esto quiere decir, que es más importante tener un mayor número que capullos más pesados para aumentar el rendimiento. Por último, se observa que los días a primera bocha abierta no tuvo correlación con ninguna variable y que la altura final que registraron los genotipos se correlacionó positivamente

con la altura de la primera rama reproductiva, el número en el cual se inserta y el largo promedio de los entrenudos.

### Parámetros de calidad tecnológica de fibra

Uno de los principales objetivos del plan de mejoramiento genético ideado para el norte de la provincia de Santa Fe es el aumento de la calidad de fibra. La misma compone diferentes parámetros que comienzan a formarse a partir del día de floración de la planta y que pueden ser afectados por un sin número de procesos entre los cuales se pueden nombrar ataque de insectos, estreses que puede sufrir la planta durante su crecimiento o incluso en procesos posteriores a la formación del capullo como la cosecha o el desmote. Los parámetros de calidad de fibra de algodón más importantes que se obtuvieron en el experimento se pueden distinguir en la Tabla 5. Se observó que existen importantes diferencias entre los genotipos evaluados para todas las variables. Cabe destacar que las diferencias son fundamentalmente genotípicas, debido a que todos los cultivares estuvieron expuestos a las mismas condiciones ambientales.

**Tabla 5:** Valores de parámetros de calidad tecnológicas promedios de todas los genotipos utilizados en el experimento. Referencias: UHML: Largo de fibra promedio de la mitad superior (mm) – U.I: Uniformidad del largo (%) – SFI (%): Índice de fibras cortas.

Variable	Micronaire	UHML (mm)	U.I (%)	Resistencia (g.tex <sup>-1</sup> )	SFI (%)
Promedio de todas los genotipos	3,40	29,36	83,4	32,57	7,58
Desvío estándar	0,60	1,50	1,8	4,05	1,35
Valor mínimo	2,18	24,98	78,7	24,9	4,30
Valor máximo	4,85	33,35	87,1	42,1	11,2
Genotipo valor mínimo	SP 6635	BGSP-00428	BGSP-00067	BGSP-00748	Chaco 520
Genotipo valor máximo	SP 41255	Chaco 520	Chaco 520	PORA INTA	SP 48114

## CONCLUSIONES

Con la realización de este ensayo se logró registrar, diferenciar y cuantificar la variabilidad existente tanto morfológica como productiva entre los diferentes genotipos existentes en el INTA Reconquista.

El próximo desafío es comenzar a trabajar en cruzamientos dirigidos entre los genotipos a través de

bases sentadas en un plan de mejoramiento genético, para así, obtener cultivares que sean capaces de combinar la oferta de los diferentes ambientes presentes en el norte de Santa Fe con los requerimientos varietales y optimizar tanto la producción como la calidad de fibra producida por la provincia.

## INTRODUCCIÓN

El algodón (*Gossypium hirsutum* L.) es la fibra textil natural más importante del mundo. Es cultivado principalmente para la obtención de fibras, aunque también se destaca como fuente de productos oleaginosos y alimenticios. El mismo, es una planta de ciclo perenne, pero se lo cultiva como anual en sistemas comerciales a través de prácticas de manejo agronómico. Se caracteriza por tener un hábito de crecimiento indeterminado, con un desarrollo vegetativo y reproductivo que sigue patrones regulares y ordenados. El mejoramiento de algodón en el mundo está orientado a cambios asociados en el rendimiento de fibra, siendo el peso de los capullos y el número de cápsulas por planta los que mayor repercuten en los programas de mejoramiento. Por otro lado, la eficiencia en la obtención de cultivares con mayor productividad, depende de la habilidad de manipular los componentes de rendimiento tales como el peso de capullos, el número de cápsulas por unidad de superficie y la relación entre el número de ramas reproductivas y vegetativas. Por su parte, en la Argentina, el programa de mejoramiento de algodón de INTA ha utilizado el germoplasma para el desarrollo de líneas que incrementen la producción y calidad de fibra. La colección de germoplasma de algodón de INTA en la Estación Experimental Agropecuaria Roque Sáenz Peña, (Chaco, Argentina) está compuesta por 700 entradas con variedades antiguas, actuales y líneas avanzadas de mejoramiento de algodón *G. hirsutum* de INTA y de instituciones públicas y privadas de diferentes países productores de algodón. Los objetivos generales del programa de mejoramiento de INTA son obtener y promover la mejora en rendimiento y calidad de fibra adaptadas a las distintas regiones donde se cultiva algodón en la Argentina. Por otro lado, los objetivos específicos del programa son: el aumento del rendimiento de fibra, el incremento del porcentaje de desmote, la mejora de los parámetros de calidad de fibra tales como longitud, resistencia y micronaire, el aumento de la precocidad de las líneas y la resistencia a distintos tipos de enfermedades. La ganancia genética es la adquisición o aumento de

caracteres favorables, obtenidos en la aplicación de métodos de mejoramiento genético de una población a través de la variación hereditaria en el tiempo. La principal forma de cuantificar esta ganancia genética es a través del análisis de variedades utilizadas en diferentes épocas, cultivadas en un mismo ambiente. A nivel mundial, la ganancia genética en el rendimiento de fibra, los parámetros de calidad de la fibra, los componentes del rendimiento y las características morfológicas en algodón, han sido documentadas por numerosos estudios en los últimos cuarenta años. No obstante, en Argentina no existen trabajos publicados con un estudio minucioso y objetivo del progreso genético de algodón. Es fundamental llevar a cabo este trabajo para identificar y cuantificar los mecanismos fisiológicos involucrados que permitan explicar los cambios en el porcentaje de desmote y la calidad tecnológica de fibra de los cultivares para así ser insumo para el programa de mejoramiento genético de algodón.

## OBJETIVO

Cuantificar el porcentaje de desmote y los parámetros tecnológicos de calidad de fibra en algodones utilizados en los últimos 60 años en Argentina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con el objetivo propuesto, se realizaron dos campañas de ensayo (2017/18 y 2018/19) en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA Reconquista) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el cual está ubicado en las siguientes coordenadas geográficas: latitud: 29°15'56.19"S; longitud: 59°44'32.14"O; y altitud: 50 m sobre el nivel del mar. Los experimentos se realizaron con 19 cultivares de algodón de diferentes épocas, seleccionados principalmente debido a la importancia que tuvieron en términos de superficie sembrada en las diferentes décadas. En la Tabla 1 se especifican las variedades y líneas utilizadas con su respectivo año de lanzamiento.





**Tabla 1.** Variedades o líneas avanzadas (LA) de algodón utilizadas en el ensayo. Resaltadas en verde las variedades comerciales.

N°	Genotipos	Año de lanzamiento
1	DP 16	1965
2	Stonville 508	1967
3	Toba II SP INTA	1969
4	Chaco 510 INTA	1969
5	Paymaster 145	1976
6	Porá INTA	1982
7	DP 50	1984
8	Guazuncho 2 INTA	1989
9	Chaco 520 INTA	1994
10	Guazuncho 2000 RR	2002
11	Guazuncho 3 INTA	2004
12	Oro Blanco 2 INTA	2004
13	Poraite INTA	2008
14	NuOpal BG RR	2009
15	DP 402 BG RR	2011
16	DP 1238 BG RR	2014
17	SP 41255	LA
18	SP 1623	LA
19	SP 6565	LA

Los ensayos se llevaron a cabo en condiciones de campo y en dos fechas de siembra durante las dos campañas de estudio mencionadas. En cada una de ellas, se realizó una siembra temprana el 30 de octubre y otra tardía después del 20 de noviembre. El arreglo estadístico para cada fecha de siembra que se utilizó fue de diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones para cada variedad. La siembra se realizó de manera manual debido a que las semillas de algodón provenientes del banco de germoplasma no están ácidas deslindadas. La distancia entre surcos fue de 52,5 cm. Cada parcela contó con 8 metros de largo con 4 surcos de algodón en cada una de ellas. Se realizó una fertilización inicial de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de PDA y una re-fertilización al voleo de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de urea (46-0-0) 35 días luego de la emergencia.

Se realizaron mediciones de productividad, partición de asimilados y mapeos para el cálculo del porcentaje de retención, no obstante, en esta instancia solo se presentará el porcentaje de desmote (% Des) y los parámetros de

calidad de fibra. Para el cálculo de % Des se tomaron 200 gramos de algodón proveniente de las mediciones de rendimiento bruto y se realizó el desmote en una mini-desmotadora experimental. Luego del desmote, se pesaron en una balanza de precisión la fibra y semillas por separado, % Des es la relación entre el peso de la fibra sobre el peso de la fibra más la semilla. Para obtener los parámetros de calidad tecnológica de fibra se enviaron las muestras de fibra de algodón obtenidas al laboratorio de HVI (Uster 1000) que posee APPA en las instalaciones del parque industrial de Reconquista. Los parámetros de calidad tecnológica de fibra evaluados fueron: SCI (índice de hilabilidad), micronaire, longitud promedio de la mitad superior (UHML en mm), % de uniformidad (UI), índice de fibras cortas (SFI en %) y resistencia de fibra (g.tex<sup>-1</sup>).

Se analizó estadísticamente los resultados considerando las varianzas (ANOVA) y diferencias mínimas significativas según el test de LSD Fisher en el software informático InfoStat. También se realizaron análisis de regresión lineal y correlación utilizando coeficientes de correlación de Pearson.

## RESULTADOS

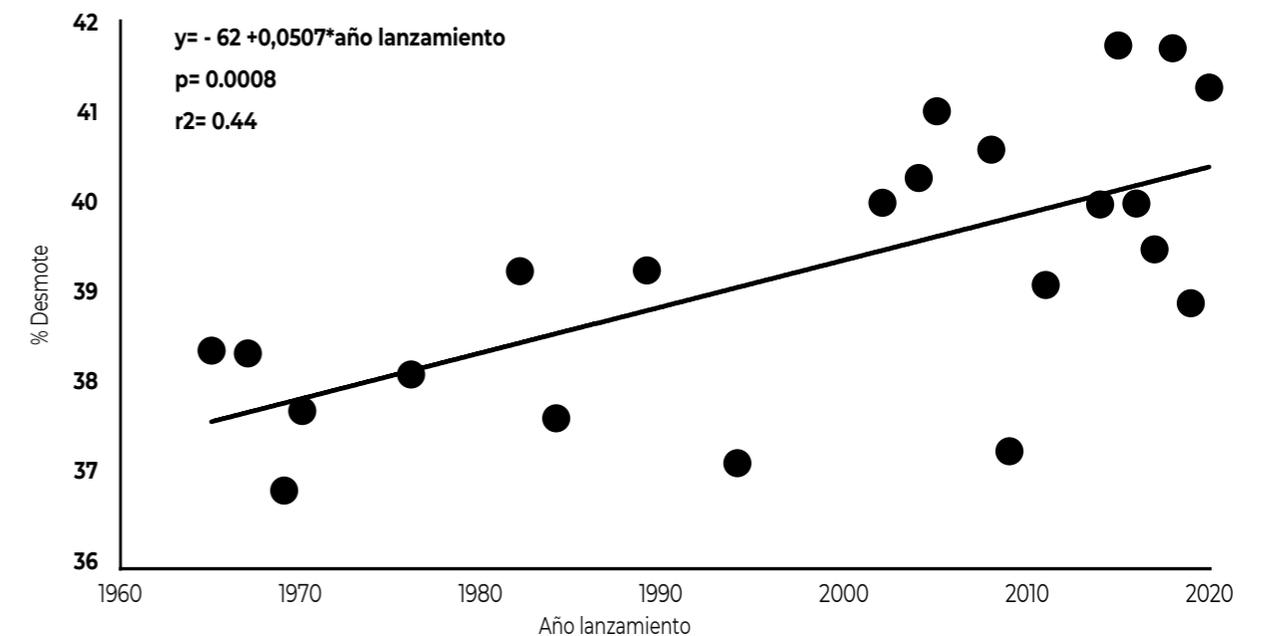
Los datos promedios (n=300) obtenidos para las variables estudiadas se pueden observar en la Tabla 2. La variedad que presentó el mayor % Des fue SP 41255 (41,73%), mientras que la que presentó el menor valor fue Toba II SP INTA (36,87%). Con respecto al SCI, el cual es un índice que indica la eficiencia que tendrán las fibras en el proceso de hilado y tiene en cuenta los valores de resistencia, micronaire, largo de la mitad superior (UHML), uniformidad (UI) y color (Rd y +b), los genotipos que presentaron el mayor y menor valor fueron Poraite INTA (158,6) y Paymaster 145 (127,2), respectivamente. Para el largo promedio de la mitad superior, los cultivares que presentaron mayor y menor valor fueron DP 1238 BG RR (30,05 mm) y Paymaster 145 (27,83 mm), respectivamente. En relación a la uniformidad de largo de fibra (UI), la variedad que presentó el mayor valor fue Poraite INTA (84,50%), mientras que Stonville 508 (81,91%) el menor valor. Al hablar del índice de fibras cortas, el menor valor fue registrado por el genotipo Poraite INTA (6,94%), mientras que el valor más alto fue para Stonville 508 (9,17%). En relación con la resistencia, Guazuncho 3 INTA (33,24) registró el mayor valor, en tanto, Stonville 508 (29,48) el menor valor. Por último, Stonville 508 (3,79) y Guazuncho 2000 RR (4,48), presentaron los menores y mayores valores de micronaire, respectivamente.

## GENOTIPOS Y MEJORAMIENTO GENÉTICO

**Tabla 2.** Resultados obtenidos para las diferentes variables estudiadas en el experimento. Referencias: % Des: desmote, SCI: índice de hilabilidad, UHML: longitud promedio de la mitad superior, UI: uniformidad de longitud de fibra, SF: índice de fibras cortas, resistencia y micronaire (n=300).

N°	Genotipos	Año de lanzamiento	% Des	SCI	UHML (mm)	UI (%)	SFI (%)	Resistencia (g.tex <sup>-1</sup> )	Micronaire
1	DP 16	1965	38,39	132,3	29,50	82,46	8,88	30,69	4,36
2	Stonville 508	1967	38,36	130,0	28,88	81,91	9,17	29,48	3,79
3	Toba II SP INTA	1969	36,87	136,3	28,51	82,81	8,33	29,93	3,92
4	Chaco 510 INTA	1969	37,29	148,2	29,11	84,17	6,76	32,15	4,46
5	Paymaster 145	1976	38,13	127,2	27,83	81,97	9,16	29,48	3,93
6	Porá INTA	1982	39,26	135,3	28,76	82,51	7,99	30,70	4,16
7	DP 50	1984	37,65	129,5	28,92	82,38	8,66	30,07	4,23
8	Guazuncho 2 INTA	1989	39,27	134,3	28,94	82,53	8,28	31,24	4,12
9	Chaco 520 INTA	1994	37,16	151,0	29,83	83,97	7,05	33,24	4,03
10	Guazuncho 2000 RR	2002	40,01	131,9	28,55	82,28	8,56	30,98	4,48
11	Guazuncho 3 INTA	2004	40,96	154,0	29,81	84,23	6,98	33,24	4,11
12	Oro Blanco 2 INTA	2004	39,94	147,7	29,23	83,69	7,64	31,92	4,25
13	Poraite INTA	2008	40,59	158,6	29,92	84,50	6,94	32,83	4,03
14	NuOpal BG RR	2009	37,29	140,7	29,04	82,84	8,17	32,56	4,37
15	DP 402 BG RR	2011	39,11	146,1	29,45	83,48	7,56	31,98	4,18
16	DP 1238 BG RR	2014	39,99	151,9	30,05	84,22	7,91	32,26	4,46
17	SP 41255	LA	41,73	128,8	27,99	82,02	8,22	31,00	4,40
18	SP 1623	LA	40,00	137,4	28,94	82,93	8,36	31,69	4,19
19	SP 6565	LA	39,50	143,1	29,33	83,45	7,59	31,42	4,08

Es importante destacar que se puede notar un aumento de los valores de las variables estudiadas en relación al año de lanzamiento de la variedad. Para cuantificar el crecimiento del % Des a través del tiempo se realizó la regresión de los promedios de las variedades con su año de lanzamiento. Se puede observar en la Figura 1 que % Des aumentó significativamente con una tasa de 0,05 % por año desde 1965 hasta la actualidad.



**Figura 1.** Porcentaje de desmote de cada una de las variedades según el año de lanzamiento.





Por último, se utilizó una herramienta estadística que es el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ). La misma fue explicada en el artículo “Caracterización morfológica y productiva de líneas de algodón”. En la Tabla 3, se pueden encontrar los valores de coeficiente de correlación de Pearson y las significancias entre algunas de las variables de calidad de fibra y % Des que se evaluaron en el experimento. La variable % Des correlacionó positiva y significativamente con micronaire (+ 0,38). En cambio, % Des tuvo coeficientes

de correlación negativa con resistencia (- 0,15) y SCI (- 0,21). UHML presentó valores de correlación positiva con UI (+ 0,46), resistencia (+ 0,32) y SCI (+ 0,54) y valores negativos con SFI (- 0,44). UI correlacionó positivamente con resistencia (+ 0,47) y SCI (+ 0,84) y negativamente con SFI (- 0,70). Por su parte, SFI correlacionó negativamente con resistencia (- 0,22), SCI (- 0,53) y micronaire (- 0,14). Por último, resistencia correlacionó positivamente con SCI (0,67) y SCI correlacionó negativamente con micronaire (- 0,14).

**Tabla 3:** Cuadro de correlaciones (Pearson) entre las variables más importantes analizadas en el experimento. Los cuadros resaltados presentaron diferencias significativas. Cuadros verdes indican una correlación positiva entre las variables, en cambio, los cuadros color naranja indican una correlación negativa entre las variables. Referencias: \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; \*\*\* =  $p < 0,001$ .

	% Des	UHML (mm)	UI (%)	SFI (%)	Resistencia (g.tex <sup>-1</sup> )	SCI	Micronaire
% Des	1	- 0,02	- 0,10	- 0,06	- 0,15**	- 0,21***	+ 0,38***
UHML (mm)		1	+ 0,46***	- 0,44***	+ 0,32***	+ 0,54***	0,10
UI (%)			1	- 0,70***	+ 0,47***	+ 0,84***	0,09
SFI (%)				1	- 0,22***	- 0,53***	- 0,14**
Resistencia (g.tex <sup>-1</sup> )					1	+ 0,67***	0,05
SCI						1	- 0,14**
Micronaire							1

## CONCLUSIONES

A través de la realización del experimento se pudo cuantificar el aumento del porcentaje de desmote y calidad de fibra a través del tiempo. Es fundamental continuar con los trabajos sobre estas bases para aumentar la variabilidad

y disponibilidad de materiales que se adapten a las diferentes condiciones ambientales que se presentan en la provincia de Santa Fe y otras regiones con características ambientales similares en el mundo.

GENOTIPOS Y MEJORAMIENTO GENÉTICO

# Caracterización de cuatro variedades de algodón frente a condiciones de estrés salino

Ing. Agr. Winkler Horacio Martín  
 Ing. Agr. Mieres Luciano MP 3/191  
 Ing. Agr. Dileo Pablo  
 Ing. Agr. Scarpin Gonzalo MP 3/206  
 Dr. Paytas Marcelo MP 3/116  
 EEA INTA Reconquista

Fernandes Iago  
 Senna Rafael  
 Rodela, Daniel  
 Cordeiro Carlos Felipe  
 UNOESTE Paulista, Brasil

Troncoso Carlos  
 Universidad Tolima, Colombia

Lorenzini Fernando  
 UNL, Santa Fe

winkler.horacio@inta.gov.ar

## INTRODUCCIÓN

Las sales solubles en el suelo pueden perjudicar el desarrollo y crecimiento de las plantas, restringiendo el suministro de agua, produciendo efectos antagónicos y provocando acciones tóxicas. Además, pueden influir en la calidad de los productos. Las plantas para crecer deben extraer agua de la solución del suelo; la extracción implica un trabajo contra la succión total que afecta la disponibilidad de agua del suelo. Cuanto mayor sea el contenido de sales solubles mayor será la presión osmótica y mayor el trabajo necesario para extraer el agua. La consecuencia es una restricción de la provisión de agua que origina menor crecimiento.

Los suelos agrícolas en la cuenca Bajos Submeridionales al norte de la provincia de Santa Fe presentan características halo-hidromórficas.

Por sus orígenes xerofíticos, el cultivo de algodón está clasificado como cultivo tolerante a la sal, aunque a partir de una conductividad por encima de 5 mS.cm<sup>-1</sup> la sensibilidad aumenta entrando en un estado de estrés, hasta un umbral de 7,7 mS.cm<sup>-1</sup>. De esta manera, el cultivo de algodón podría ser promisorio para zonas donde las sales incrementan el riesgo productivo

Existe una gran necesidad de concentrar los esfuerzos para desarrollar variedades de algodón que se adapten a las características agroecológicas de cada región. Para este propósito, es necesario contar con información previa respecto a la respuesta de la planta al estrés por salinidad en varias etapas de desarrollo.

## OBJETIVO

Caracterizar morfológica, agronómica y fisiológicamente el comportamiento de cuatro variedades de algodón seleccionadas del banco de germoplasma argentino ante un período de estrés salino.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la EEA INTA Reconquista bajo condiciones semicontroladas de invernáculo utilizando macetas de 5 litros de capacidad con suelo-sustrato inerte relación 3:1 en un diseño completamente al azar con 8

repeticiones. Fueron evaluados 4 genotipos de algodón “Guazuncho 3 INTA”, “Oro Blanco 2”, “Paymaster 145” y “NuOpal”. Esta elección de variedades se realizó en función de características productivas en condiciones óptimas de crecimiento y desarrollo.

Para llevar a cabo el ensayo, se colocaron 5 semillas de cada variedad por maceta y cuando se encontraban en el estado fenológico de 2° hoja totalmente expandida se raleó dejando una sola planta por maceta, buscando uniformidad de tamaño entre plantas.

El tratamiento con estrés salino se realizó mediante riegos de 500ml con una solución salina de NaCl de 150mM con una conductividad eléctrica de 15,6 ms.cm<sup>-1</sup> cada dos días desde 3° hoja completamente expandida a 1° flor abierta. El tratamiento control consistió en riegos similares con agua de buena calidad (conductividad eléctrica 0,52 ms.cm<sup>-1</sup>).

Se realizaron análisis de la mezcla de suelo y sustrato de las macetas previamente a la siembra de ensayo y posteriormente al finalizar el mismo en poscosecha, para observar las variaciones químicas del mismo después de los tratamientos. Los análisis se efectuaron en el laboratorio de suelos de INTA Reconquista.

Se hizo una caracterización morfológica, agronómica y fisiológica de las diferentes variedades en cada tratamiento. Para ello se llevaron a cabo diferentes mediciones en distintos momentos del ciclo del cultivo: biomasa, mapeo en tres etapas fenológicas (1° flor abierta, cutout, madurez fisiológica), peso seco de raíces; rendimiento de fibra, % desmote, contenido relativo de agua (CRA), fotosíntesis, SPAD, conductancia estomática (C.Es.), temperatura de la hoja y parámetros tecnológicos de calidad de fibra (laboratorio HVI APPA).

Por otro lado, se realizó una evaluación de germinación en diferentes condiciones de estrés osmótico. Para ello se utilizaron 6 concentraciones de PEG 6000 (0, 100, 150, 200, 250, 300 g.l<sup>-1</sup>). El PEG (polietilenglicol) es un polímero que genera aumento de potencial osmótico comúnmente utilizado en estudios de estrés. A cada concentración le corresponde un potencial osmótico (0, -0,15, -0,3, -0,5, -0,7, -1Mpa), es decir, la fuerza a la se ve sometida la semilla para poder extraer agua y germinar. Para determinar el



porcentaje de germinación (PG), se colocaron bandejas en cuatro repeticiones para cada tratamiento y cada variedad en cámara de crecimiento a una temperatura constante de 25 °C. Cada bandeja contenía 25 ml de cada solución con PEG, dispuestas en un diseño completamente aleatorizado dentro de la cámara.

Con los resultados se realizaron análisis estadísticos considerando las varianzas (ANOVA) y comparando las medias mediante test de LSD Fisher, utilizando el software Infostat.

**RESULTADOS**

**Análisis de suelo**

Como se puede observar en la Tabla 1, las principales características físico químicas afectadas por el riego con solución salina, fueron el aumento considerable del contenido de sodio (Na<sup>+</sup>) intercambiable y la conductividad eléctrica (C.E). Con la implementación de los tratamientos se logró incrementar el Na<sup>+</sup> y C.E a 14,3 y 5,31, respectivamente. Estos valores están por encima de los valores óptimos para el crecimiento y desarrollo del cultivo.

**Tabla 1** Características físico químicas del suelo de macetas previo a la siembra y al final del ensayo poscosecha.

DESCRIPCIÓN	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	pH	C.E	Fecha
	cmol.kg <sup>-1</sup>	cmol.kg <sup>-1</sup>	cmol.kg <sup>-1</sup>	cmol.kg <sup>-1</sup>	rel. 1:2,5	rel. 1:2,5	
Maceta previo a la siembra	0,6	0,8	27	2,2	6,7	0,5	13/1/2019
Maceta poscosecha (Salinidad)	14,3	0,35	21,2	4,3	7,45	5,31	10/7/2019
Maceta poscosecha (Control)	0,6	0,45	26,8	6,2	7,8	0,22	10/7/2019

**Caracterización morfológica, agronómica y fisiológica:**

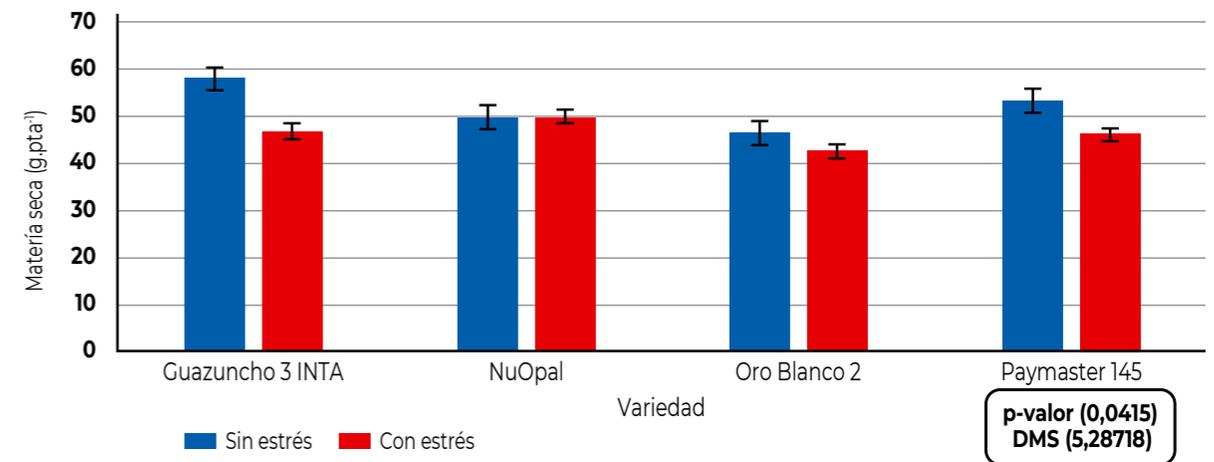
La fotosíntesis, C.Es., CRA, SPAD, temperatura de la planta, entre otros, son parámetros fisiológicos que nos ayudan a determinar un diagnóstico del estado de estrés en el que se encuentra la planta o el cultivo, como también poder diferenciar si existe variabilidad en la respuesta a dicho estrés entre distintos genotipos. Como se observa en la Tabla 2 los resultados indicaron que las condiciones de estrés salino, afectaron de manera negativa todas las variedades evaluadas. Las variables que sufrieron una reducción respecto al testigo fueron:

altura (- 21,8 %) y biomasa (- 10,5%). Con respecto a los parámetros fisiológicos, las variedades bajo estrés salino presentaron una reducción de fotosíntesis (- 35,5%), CRA (- 10,7%) y C.Es. (- 65%). Por otro lado, las mismas registraron un aumento de temperatura en hojas debido al estrés, en promedio, de 1°C. No se registraron diferencias significativas en el desarrollo y en los distintos parámetros de rendimiento. Por último, se observa que el estrés salino afectó significativamente la acumulación de biomasa aérea y la altura de las plantas (Figura 1).

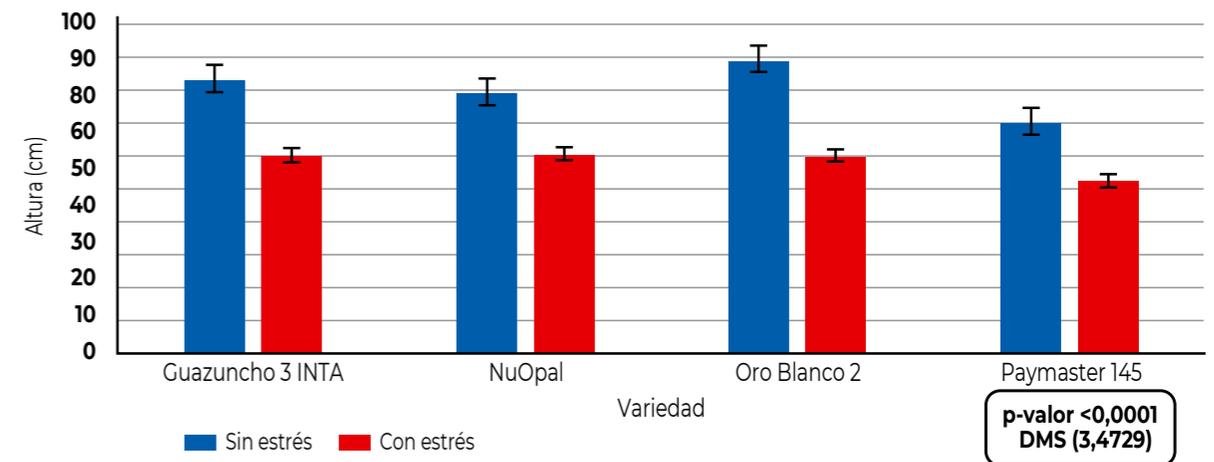
**Tabla 2.** Promedio de los resultados de las diferentes variables morfológicas, agronómicas y fisiológicas para las cuatro variedades en diferentes condiciones: sin estrés salino (SS) y con estrés salino (CS). Las diferencias significativas se observan en la parte inferior. Referencias: ns = no signif. \*p<0,05 \*\*p<0,01 \*\*\*p<0,001

Variedad	Altura (cm)		Biomasa aérea (g.pta <sup>-1</sup> )		Biomasa radicular (g)		Rendimiento (gFB.pta <sup>-1</sup> )		Desmote (%)	
	SS	CS	SS	CS	SS	CS	SS	CS	SS	CS
Guazuncho 3 INTA	83,75	60,25	58,12	47,06	9,38	8,08	9,65	8,49	40,53	38,22
NuOpal	79,5	60,88	49,88	49,97	6,83	8,57	8,62	10,99	40,66	39,9
Oro Blanco 2	89,5	60,38	46,65	42,83	11,59	7,01	8,67	10,22	38,55	40,62
Paymaster 145	70,5	52,63	53,56	46,31	6,79	8,78	8,81	10,7	38,55	40,41
Variedad	**		ns		ns		ns		ns	
Tratamiento	***		*		ns		ns		ns	
Trat*Var	ns		ns		ns		ns		ns	
Variedad	Fotosíntesis		C.Es.		CRA		Temp. hoja		SPAD	
	SS	CS	SS	CS	SS	CS	SS	CS	SS	CS
Guazuncho 3 INTA	22,4	11,5	0,22	0,06	91,59	80,96	35,18	36,6	40,88	40,16
NuOpal	21,22	12,71	0,23	0,06	87,41	78,83	35,35	36,86	38,73	41,79
Oro Blanco 2	17,89	12,94	0,2	0,07	91,48	81,1	35,29	35,94	39,75	41,56
Paymaster 145	17,64	13,85	0,16	0,07	88,74	80,58	36,15	36,73	44,45	42,64
Variedad	ns		ns		ns		ns		ns	
Tratamiento	***		***		***		***		ns	
Trat*Var	ns		ns		ns		ns		ns	

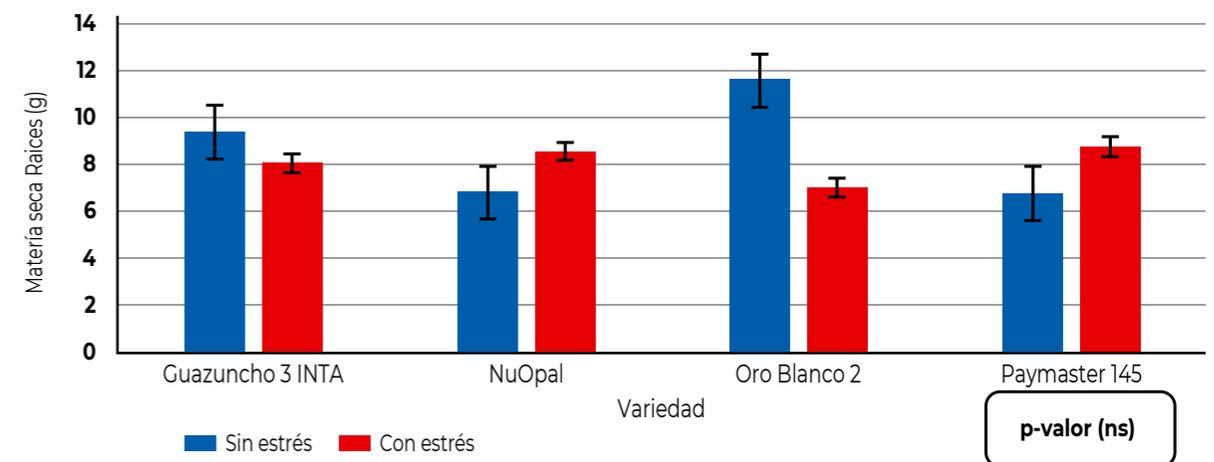
**Biomasa Aérea**



**Altura de Plantas**



**Biomasa Radicular**



**Figura 1.** Biomasa aérea (g.pta<sup>-1</sup>), altura de planta (cm) y biomasa radicular (g) para las cuatro variedades en los distintos tratamientos. En el cuadro posterior se indica el nivel de significancia con test LSD Fisher y las diferencias mínimas significativas DMS.



**Calidad de fibra**

Algunas de las variables que presentaron mayores efectos adversos debido al estrés salino, fueron los parámetros de calidad de fibra. En la Tabla 3 se observan los resultados de los análisis, viéndose afectados principalmente, el índice de hilabilidad (SCI), la longitud de la fibra (UHML), la uniformidad de longitud (UI), la resistencia y la elongación. Los efectos adversos fueron similares en los distintos genotipos evaluados.

**Tabla 3.** Resultados de los análisis de calidad de fibra (HVI) para cada genotipo en diferentes condiciones de estrés. (SCI) Índice de hilabilidad, (Mic) Micronaire, (UHML) Longitud de fibra, (UI) Uniformidad de fibra, (SF) Índice de fibra corta, (Str) Resistencia y (Elg) Elongación. Referencias: sin estrés salino (SS) y con estrés salino (CS).

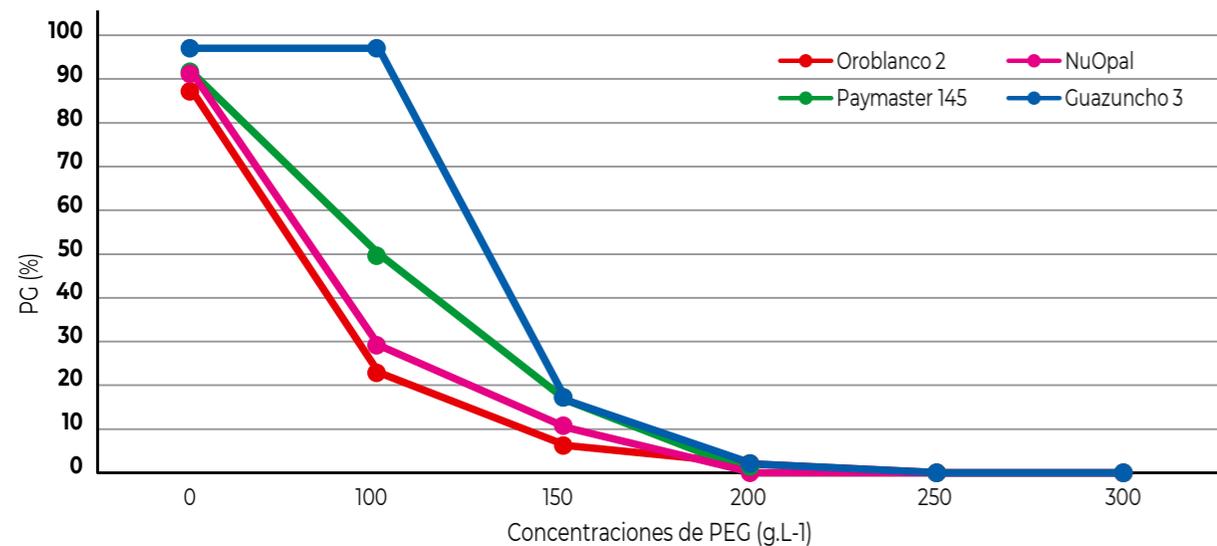
Variedad	Tratam.	SCI	Micronaire	UHML (mm)	UI (%)	SFI (%)	Resistencia (g.tex <sup>-1</sup> )	Elongación (%)
Guazuncho 3 INTA	CS	142	3,47	30,79	82,1	7,9	31,3	6,6
	SS	147	4,60	30,57	83,5	7,3	33,2	6,4
NuOpal	CS	153	3,66	29,53	82,5	8,9	35,0	6,8
	SS	168	3,48	30,86	84,2	7,6	34,9	7,4
Oro Blanco 2	CS	116	4,68	28,01	80,8	10,2	29,4	6,3
	SS	169	3,73	30,63	85,1	7,2	36,1	6,6
Paymaster 145	CS	115	4,21	26,84	81,5	8,8	26,0	6,5
	SS	145	3,04	28,50	82,3	7,8	30,4	7,3

**Germinación:**

Los cuatro genotipos evaluados mostraron un efecto negativo en la variable medida (PG), y como se observa en la Figura 2, PG fue disminuyendo a medida que aumentó la concentración de PEG, es decir al ir aumentando el potencial osmótico hasta una concentración crítica (250 g.L<sup>-1</sup> = -0.7 Mpa) en la que la germinación se vio reducida hasta casi un 100%. En esta característica se pudieron observar diferencias entre los distintos genotipos. Según el comportamiento de cada variedad ante el aumento de potencial osmótico, el orden de tolerancia al estrés fue: Guazuncho 3 INTA, Paymaster 145, NuOpal y Oro blanco 2, siendo Guazuncho 3 la que mayor tolerancia presentó.

Es importante aclarar que el polímero de PEG sólo produce un efecto en aumento del potencial osmótico y no tiene un efecto de toxicidad por Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup>.

**Curva de Germinación**



**Figura 2.** Curva de germinación con diferentes concentraciones de PEG 6000 para las cuatro variedades estudiadas

**CONCLUSIONES**

Para este ensayo en el que las situaciones de estrés salino fueron simuladas en condiciones semicontroladas, los genotipos evaluados mostraron una respuesta diferencial en algunas de las variables estudiadas, principalmente en las características de acumulación de materia seca, fisiológicas y parámetros de calidad de fibra.

Este tipo de ensayos resulta útil en un programa de mejoramiento para la descripción del comportamiento de diferentes genotipos ante condiciones adversas de estrés abiótico, en este caso por salinidad; y que nos puede permitir seleccionar variedades adaptadas que tengan una mejor respuesta frente a estas condiciones desfavorables.



**FOTO 1 Y 2** (ensayo en el invernadero en diferentes estados fenológicos con estrés salino y sin estrés salino)

**FOTO 3** (Aplicación del tratamiento. Riego con solución salina y con agua de buena calidad)

**FOTO 4** (Ensayo de germinación con diferentes concentraciones de PEG 6000 en bandejas en cámara de crecimiento)



# Picudos ¿hacia dónde van?

Dra. Almada Melina S.  
Ing. Agr (MSc) Szwarz Diego E. MN 17317\*17\*01  
Lic. Vitti, Daniela E.

EEA INTA Reconquista  
almada.melina@inta.gov.ar

## INTRODUCCIÓN

El picudo del algodnero, *Anthonomus grandis* Boheman, es considerada la plaga más destructiva del cultivo de algodón en América, debido principalmente a características como alta capacidad reproductiva, ocho a diez generaciones durante el ciclo del cultivo; bajos niveles de control natural o enemigos naturales. Estos atributos, entre otros, lo convierten en una plaga económicamente peligrosa para el cultivo a nivel regional.

El picudo del algodnero permanece activo durante todo el año, dependiendo fundamentalmente de las temperaturas, en los meses que no encuentra al cultivo de algodón para alimentarse, se nutre de otras plantas para subsistir hasta la siguiente campaña. Diversas investigaciones sugieren que los picudos no se trasladan grandes distancias, manteniéndose siempre cerca de su área de origen en plantas que le provean alimento y protección contra las condiciones ambientales adversas.

En Argentina, el picudo del algodnero fue detectado por primera vez en Misiones (1993), avanzando hacia Formosa (1994), Corrientes (1997), Chaco (2002) y Santa Fe (2004), llegando a la ciudad de Reconquista durante el 2007. Desde entonces se iniciaron acciones en el marco del Programa Nacional de Prevención y Erradicación del Picudo del

Algodnero (PNEPA), mediante el monitoreo con trampas con feromonas. Las trampas constituyen una herramienta muy útil para detectar la presencia y movimiento del insecto, desde los refugios invernales hacia el cultivo.

A partir de este marco, se propuso analizar el movimiento “predial” del picudo del algodnero en la zona algodnera del Norte de Santa Fe, mediante el análisis de las capturas en trampas de feromona.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante 14 meses (desde mayo del 2016 a junio del 2017), comprendiendo barbecho, implantación del cultivo, cosecha y post cosecha (2017), en un área de la Estación Experimental Reconquista.

El área de estudio, comprendió un lote algodnero de 4 hectáreas, con una historia de más de 8 años consecutivos de cultivo de algodón y un área circundante a él de un radio de 500 m. Se establecieron 4 “transectas” (línea recta), una en cada punto cardinal (Figura 1). En cada transecta se instalaron 10 trampas de feromona separadas 50 m entre ellas, la primera se ubicó en el límite del lote de algodón. Las feromonas fueron reemplazadas cada 20 días.

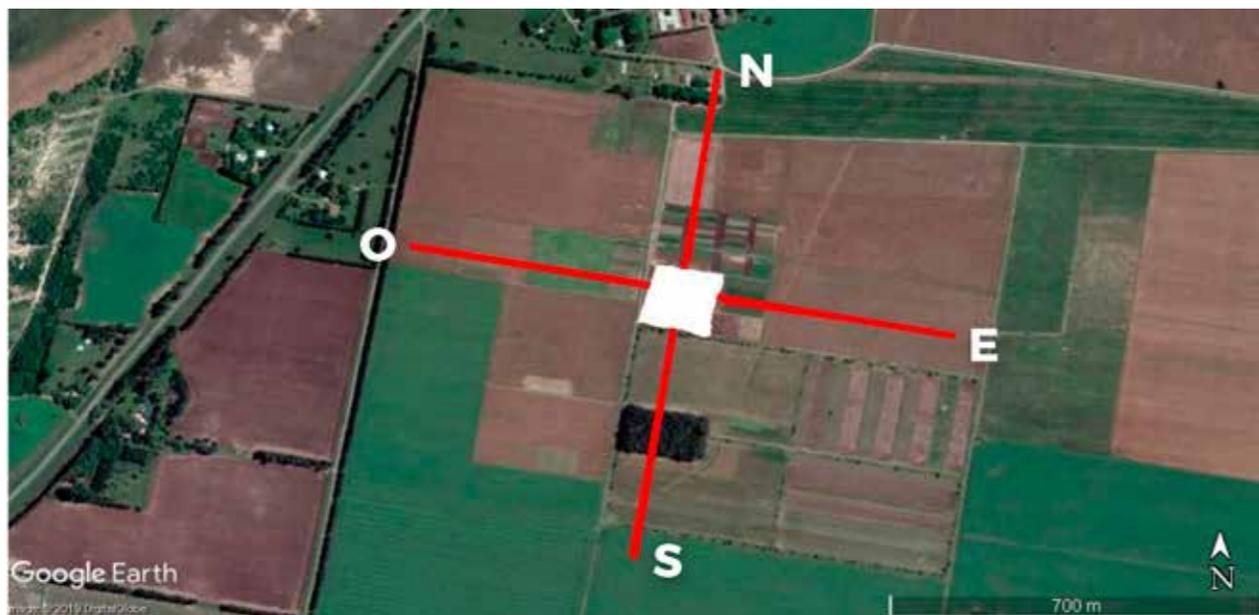


Figura 1. Área de estudio, con transectas correspondiente a cada punto cardinal, en la EEA INTA Reconquista. Cuadrante blanco: lote algodnero de 4 ha. Líneas rojas: transectas. O: oeste; E: este; N: norte; S: sur

Las trampas fueron monitoreadas semanalmente, donde se registró el número de picudos en cada una de ellas. Además, se registró la dirección predominante de los vientos y la temperatura media en la estación meteorológica de la EEA INTA Reconquista. Los datos fueron analizados estadísticamente.

## RESULTADOS

Durante todo el período estudiado, se contabilizaron 11.967 picudos adultos en 40 trampas activas durante los 14 meses. Mensualmente, las capturas mayores corresponden al período comprendido entre fin de ciclo del cultivo y postcosecha (febrero - mayo) (Figura 2). Sin embargo, ambos años estudiados (2016 y 2017) fueron estadísticamente diferentes, en este sentido, durante el segundo año de muestreo hubo mayor abundancia de picudos.

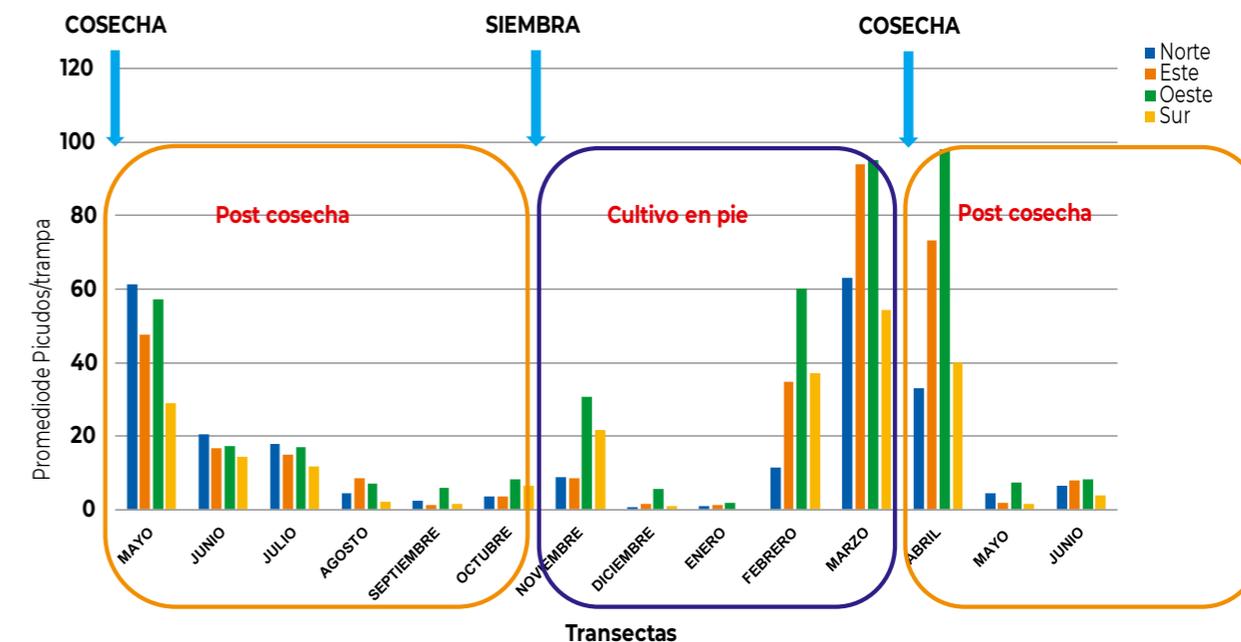


Figura 2. Promedio Mensual de picudos capturados por trampa a lo largo de todo el período analizado (2016/2017) en la EEA INTA Reconquista.

Las trampas ubicadas en la transecta Oeste capturaron mayor número de picudos (N=5,38) diferenciándose de las demás, seguida por la transecta Este (N= 4,03) y luego Norte (N= 3,06), y Sur (N= 2,87); sin diferencias entre estas dos últimas (Figura 3). Estas diferencias en la orientación pueden deberse a la dirección predominante del viento, que según datos de la Estación meteorológica fue del cuadrante Este (Este, Noreste y Noroeste).

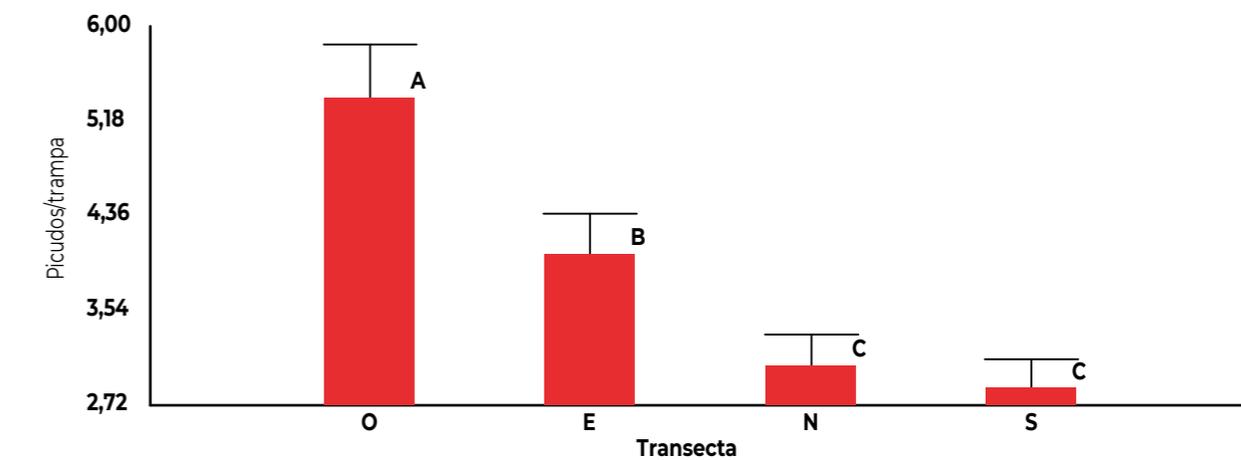
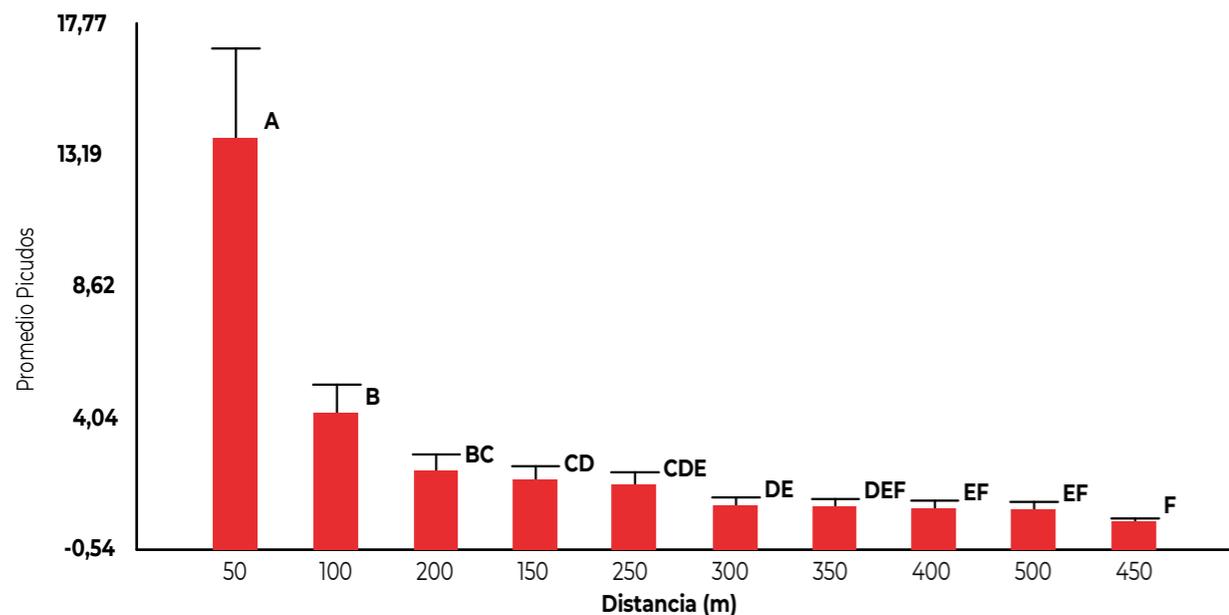


Figura 3. Promedio de picudos capturados por trampa por cada transecta, a lo largo de todo el período analizado (2016/2017) en la EEA INTA Reconquista. O: oeste; E: este; N: norte; S: sur





En relación a la distancia de las trampas, desde el lote de algodón, las mayores capturas se registraron a los primeros 50 metros, y en segundo lugar a los 100 metros. A distancias superiores hubo diferencias puntuales, pero en general la tendencia de capturas fue menor (Figura 4). Investigaciones realizadas en Estados Unidos, confirman los resultados obtenidos, donde encontraron un rango de dispersión de 14 a 50 metros, desde el perímetro del lote.



**Figura 4.** Promedio de picudos capturados por trampa en relación a las distancias (metros) entre trampas, durante todo el período analizado (2016/2017) en la EEA INTA Reconquista.

En el año 1, se destacaron las capturas en los primeros 50 metros, es decir, fueron muy superiores en relación a las demás trampas. Durante el año 2, en cambio, las capturas fueron elevadas y sin diferencias hasta los 250 metros.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos confirman que en general la población de picudo del algodnero, permanece en un radio de 100 metros desde el perímetro del lote.

Los picudos se dispersan principalmente luego de la cosecha del cultivo, probablemente los disturbios generados por las labores provocan que los insectos huyan en busca de refugios.

Existen variaciones entre años, relacionadas principalmente a las condiciones ambientales, sin embargo, la dinámica general de los picudos no se modifica.

Los resultados destacan la importancia del control de picudos previo a las labores de cosecha y no mayor a los 50 metros del lote; para disminuir la presión de esta plaga para la campaña siguiente.

## COMPONENTES BIOTICOS

# Algodón Bt: aplicando nuevas herramientas para su evaluación

Dra. Almada Melina S.

EEA INTA Reconquista  
almada.melina@inta.gov.ar

## INTRODUCCIÓN

Argentina es el tercer productor mundial de cultivos transgénicos, luego de Brasil y Estados Unidos. Además, fue el primer país latinoamericano en comercializar cultivos modificados genéticamente (GM) con una gran velocidad de adopción de los mismos. Actualmente, en nuestro país, la totalidad de la superficie cultivada de soja y algodón es GM y el 96% de la superficie dedicada al maíz, con distintas combinaciones de tolerancia a herbicidas y resistencia a insectos.

El evento de algodón genéticamente modificado (GM) que actualmente se encuentra en el mercado argentino es conocido mundialmente como Bollgard I. Este material produce la proteína Cry1Ac, que deriva de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, presente naturalmente en el suelo. La expresión de esta toxina (proteína Cry1Ac) en la planta de algodón otorga una protección eficaz durante toda la campaña contra plagas claves tales como: el complejo de orugas capulleras (*Helicoverpa gelatopoeon* Dyar y *Heliothis virescens* F.), lagarta rosada (*Pectinophora gossypiella* Saunders) y oruga de la hoja (*Alabama argillacea* Hübner). Esto permite una disminución en el uso de insecticidas, un control de las plagas de manera más eficaz y en consecuencia una mejora de la rentabilidad para los productores.

Se ha demostrado en diversas investigaciones, que existen variaciones en el nivel de expresión de las toxinas Bt en el cultivo de algodón, (tanto en diferentes órganos de la planta, como en diferentes momentos de su ciclo). Estas variaciones podrían influir en el control sobre las plagas, (dosis no adecuada), lo que finalmente implicaría un mayor riesgo de acelerar la aparición de resistencia por parte de los insectos, disminuyendo así la eficacia en el manejo de la plaga.

## OBJETIVOS

A partir de este contexto, surge la necesidad de evaluar la concentración de la toxina Bt (Cry1Ac) en variedades comerciales de algodón en el noreste santafesino.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ¿Cómo estudiar la concentración de las toxinas Bt en algodón?

Una de las técnicas empleadas para detectar modificaciones genéticas en plantas es el Ensayo de Inmunoabsorción Enzimática (ELISA), que permite detectar y cuantificar la presencia de toxinas Bt a través de la detección de su anticuerpo específico (Figura 1).

En el laboratorio de Biotecnología de INTA Reconquista, se aplicó la técnica de ELISA para evaluar la presencia de toxinas Bt en tejidos de algodón de diferentes variedades transgénicas en diferentes estados fenológicos, en dos campañas (2017/18 y 2018/19).

En primera instancia se colectaron, muestras de tejido de hojas en estados fenológicos V2 y V8 en tres variedades de algodón Bt (NuOpal, DP402, DP1238) y también una variedad no Bt, Guazuncho 2000, provenientes de un lote experimental.

Las muestras fueron conservadas en tanques de nitrógeno líquido hasta el momento de su análisis (-195,8°C), para evitar la degradación de la proteína, para lo cual se utilizó un kit comercial de la empresa KRISHGEN BioSystems (INDIA).

Finalmente, la etapa de detección y cuantificación de las toxinas Bt (mediante un equipo espectrofotómetro), fue realizada en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral, en el Laboratorio de Cultivos Celulares, bajo la coordinación de la Dra. Marina Etcheverrizaray.





Figura 1. Microplaca del ELISA, con las muestras y réplicas (subfijo "a") de tejido de algodón para su análisis. Los signos + y -, corresponden a los controles

## RESULTADOS

Los resultados confirmaron la expresión de las toxinas Bt en las variedades comerciales analizadas (Nuopal, DP 402 y DP1238), corroborando, además la ausencia de toxina en la variedad No Bt (Guazuncho 2000). Así mismo, entre las variedades Bt, no hubo diferencias significativas en la concentración de toxinas (Figura 2).

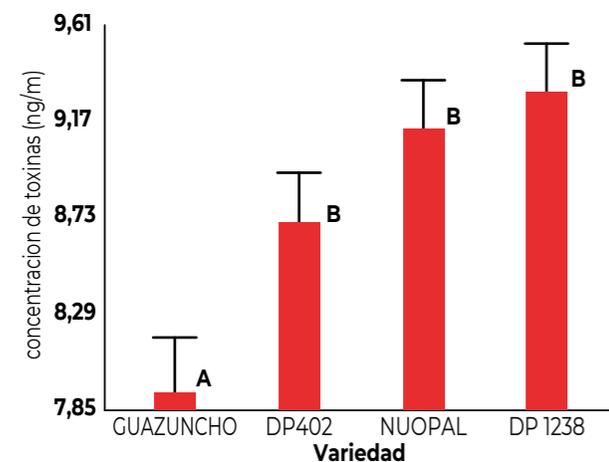


Figura 2. Concentración de toxinas en cada variedad de algodón. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

## CONCLUSIONES

La herramienta biotecnológica aplicada, permitió la detección y cuantificación de la concentración de la toxina presente en los materiales. En este sentido, son escasos los trabajos vinculados a esta temática, sobre todo en Argentina.

Los resultados confirman la necesidad de continuar estudiando las causas posibles de la variación en la concentración de toxinas, sobre todo relacionado a las diferentes condiciones ambientales de la región. Por otro lado, se considera importante el estudio del impacto de las variaciones relacionadas al ciclo del cultivo y órganos de la planta en cuanto al manejo de la resistencia de los insectos.

Este análisis es una herramienta de suma utilidad para pruebas de control, seguimiento y certificación de productos, para garantizar la calidad y trazabilidad de los mismos. Conocer sus alcances a nivel agrícola, permite monitorear la eficacia de las tecnologías y continuar en la búsqueda de nuevos parámetros para el manejo de plagas en el cultivo de algodón.

# Fauna edáfica como potencial indicador del sistema productivo algodónero

Dra. Almada Melina S.  
Lic. Vitti Daniela E.  
Ing. Agr (MSc) Szwarc Diego E. MN 17317\*17\*01  
EEA INTA Reconquista

Dra. Masin Carolina  
INTEC-CONICET-UNL

Cruz Maria  
FHUC-UNL

almada.melina@inta.gov.ar

## INTRODUCCIÓN

El suelo es un ambiente heterogéneo que contiene una gran diversidad de organismos con un rol esencial en la estructura y fertilidad del mismo. Entre los organismos que lo habitan, la macrofauna juega un rol esencial en la estructura y fertilidad del mismo, como también en la regulación de procesos como infiltración y almacenamiento del agua, descomposición, ciclado, transformación y transporte de nutrientes, formación de humus. Además, la macrofauna estimula las actividades simbióticas del suelo, prevén la erosión y mejoran el almacenamiento de la materia orgánica.

La macrofauna del suelo puede ser clasificada en grupos funcionales, según la actividad que desempeñan, como ingenieros del ecosistema, detritívoros (descomponedores), herbívoros y depredadores; todos ellos regulan los procesos edáficos del ecosistema suelo. Por otro lado, los macroinvertebrados son considerados indicadores de la calidad del suelo debido a que su diversidad, abundancia y funciones están fuertemente ligados al estrés y a cambios ambientales asociados a las distintas prácticas de cultivo (labranza, aplicación de fertilizantes y plaguicidas entre otras).

El cultivo de algodón en el norte de Santa Fe es de suma importancia en la economía regional, y en los últimos años se incrementó la superficie cultivada, debido, en gran parte a la modificación genética del cultivo, lo que mejoró la calidad y rendimiento. Además, minimizó el efecto de las plagas y favoreció la tecnificación de la cosecha. Además, el avance en la tecnología de riego ha contribuido a mejorar y estabilizar los rendimientos y la calidad de fibra, minimizando los efectos negativos ocasionados por el estrés hídrico.

Ante esto, se propuso estudiar el efecto del riego sobre los macroinvertebrados del suelo en el cultivo de algodón genéticamente modificado (GM) con la finalidad de emplearlos como potenciales bioindicadores del estado del sistema productivo. El presente estudio formó parte de un proyecto interdisciplinario, de "investigación orientada" con financiamiento otorgado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Santa Fe.

## OBJETIVO

Se propuso como objetivo estudiar la macrofauna del suelo, como potencial bioindicador de las prácticas agronómicas aplicadas al cultivo de algodón genéticamente modificado (GM) en el norte santafesino.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante la campaña algodónera 2017/18, desde octubre de 2017 a marzo de 2018 en dos sitios agrícolas de 35 ha aproximadamente del norte de la provincia de Santa Fe: Barros Pazos (BP) (29°10'7.33»S; 59°45'10.42»O) localizado en Reconquista y La Vertiente (LV) (29°6'10.55»S; 59°42'36.05»O) en Avellaneda. En cada sitio se implementaron dos tratamientos: riego suplementario (sin estrés hídrico) y sin riego durante todo el ciclo del cultivo (secano) (Figura 1). La siembra del cultivo de algodón se realizó mediante sistema convencional, se utilizó la variedad comercial DP 1238 BG/RR.



Figura 1. Lotes algodóneros representativos de ambos sitios, bajo secano (izquierda) y con riego (derecha).



En cada sitio se realizaron cinco instancias de muestreo: 1) Previo a la siembra del cultivo, 2) Estado Vegetativo, 3) Estado Reproductivo-floración, 4) Estado Reproductivo-madurez fisiológica, 5) Previo a cosecha.

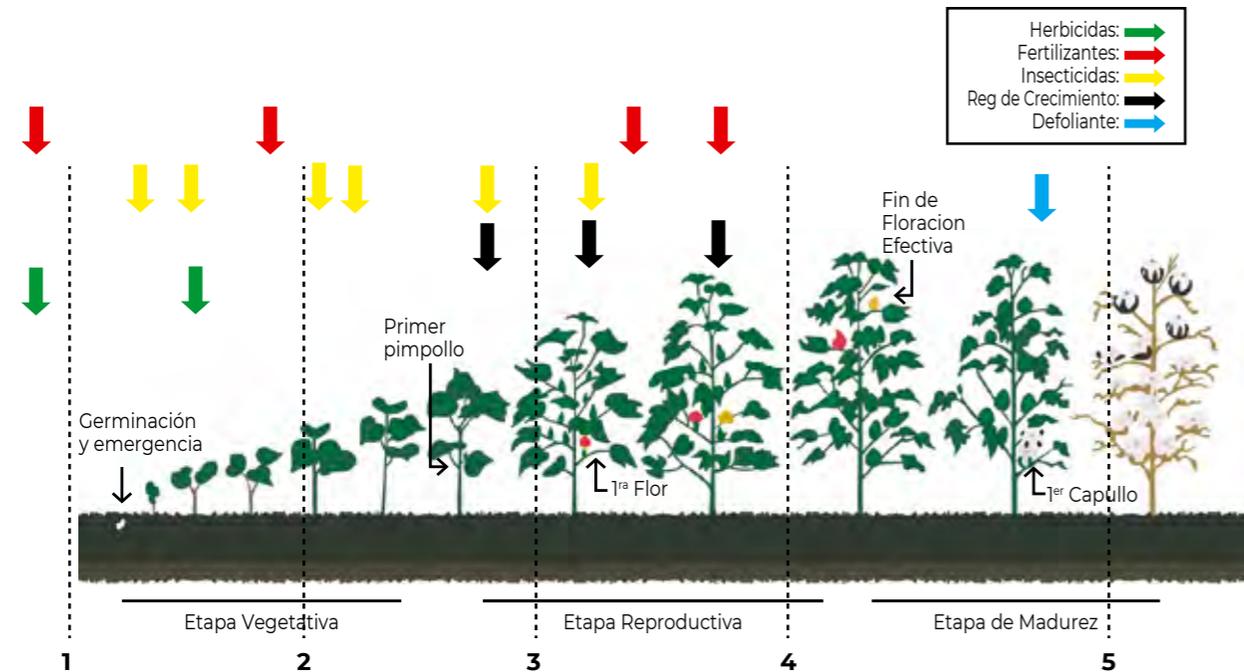
La macrofauna de suelo (correspondiente a animales visibles al ojo humano, con un ancho de cuerpo mayor a 2 mm), fue muestreada en dos transectas en cada lote, extrayéndose de cada una ocho muestras de suelo de (30x30x20 cm), cada 10 m. Los ejemplares recolectados fueron conservados en alcohol al 70% para su posterior

determinación en laboratorio. Desde el punto de vista funcional la macrofauna fue agrupada en: ingenieros del ecosistema, detritívoros, herbívoros y depredadores.

Por otro lado, en cada sitio, se tomaron muestras de suelo para determinar las propiedades físicas y químicas (Tabla 1). Finalmente, se registraron todos los agroquímicos aplicados al cultivo en los sitios estudiados, los cuales se muestran en la Figura 2, en relación a las etapas del cultivo y momentos de muestreos.

**Tabla 1.** Propiedades físicas y químicas de los suelos estudiados en Barros Pazos (Reconquista) y La Vertiente (Avellaneda), en el norte de Santa Fe. Referencias: Densidad Aparente (DA) ( $g.cm^{-3}$ ); Materia Orgánica (MO) (%), carbono ( $C_{ox}$ ) (%); nitrógeno total (Nt) (%); fósforo disponible (P disponible) ( $mg.kg^{-1}$ ), Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.) ( $cmol.kg^{-1}$ ), conductividad eléctrica (C.E.) ( $mS.cm^{-1}$ ).

	Barros Pazos (BP)	La Vertiente (LV)	Unidades
D.A.	1.45	1.30	$g.cm^{-3}$
M.O.	1.54	1.58	%
$C_{ox}$	0.89	0.91	%
Nt	0.08	0.09	%
P disponible	54.35	45.15	$mg.kg^{-1}$
C.I.C	Ca <sup>++</sup>	7.56	$cmol.kg^{-1}$
	Mg <sup>++</sup>	1.36	
	K <sup>+</sup>	0.45	
	Na <sup>+</sup>	0.22	
pH	6.30	6.10	-
C.E.	0.09	0.09	$mS.cm^{-1}$
Textura	Arena	19.5	%
	Limo	57.9	
	Arcilla	22.6	



**Figura 2.** Agroquímicos aplicados en los estados fenológicos del cultivo de algodón en Barros Pazos (Reconquista) y La Vertiente (Avellaneda), en cada muestreo (1, 2, 3, 4 y 5).

**RESULTADOS**

En los sitios evaluados, se recolectaron 267 macroinvertebrados pertenecientes a 11 órdenes y 24 familias. Los grupos más representativos en todo el estudio fueron los coleópteros (escarabajos) (29,2%), seguidos por las lombrices (24,3%), milpiés (22,8%), caracoles (7,1%), hormigas (6,7%) y arañas (4,9%), el resto de los organismos (“otros”) presentaron una proporción menor al 2% (Tabla 2).

**Tabla 2.** Macroinvertebrados recolectados en sistemas con cultivo de algodón de Barros Pazos (Reconquista) y La Vertiente (Avellaneda), en el norte de Santa Fe.

Orden	Barros Pazos		La Vertiente		TOTAL
	Riego	Secano	Riego	Secano	
Arañas	4	1	2	6	13
Coleópteros	14	25	19	20	78
Lombrices	18	38	2	7	65
Milpiés	15	5	13	28	61
Caracoles	1	4	4	10	19
Hormigas	3	3	8	4	18
Otros	3	5	3	2	13
TOTAL	58	81	51	77	267

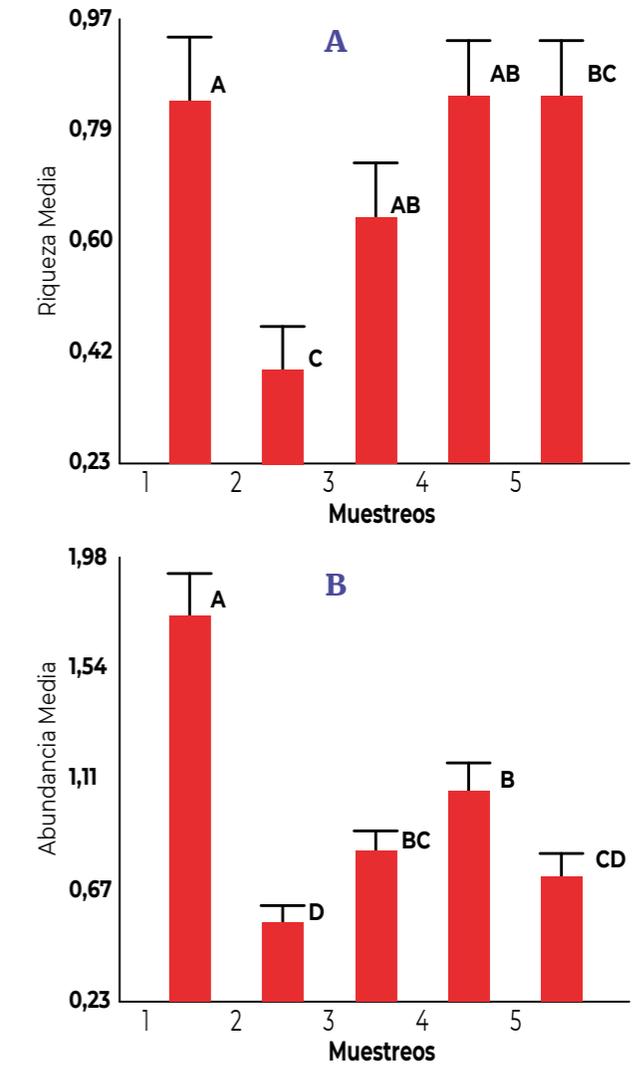
La abundancia (cantidad) de individuos, no mostró diferencias entre los sitios (con riego y secano). Tanto la riqueza (número de especies presentes) como la diversidad de especies presentaron los mayores valores en los sitios con riego de BP y LV (Tabla 3), con dominancia marcada de algunos grupos como lombrices de tierra en BP, milpiés en LV y coleópteros en ambos sitios.

**Tabla 3.** Abundancia, riqueza e índices ecológicos en los sistemas algodoneros estudiados en Barros Pazos y La Vertiente en el norte de Santa Fe.

Índices	Barros Pazos		La Vertiente	
	Riego	Secano	Riego	Secano
Densidad ( $ind.m^{-2}$ ): número de individuos por superficie	16	22	14	21
Riqueza (S): cantidad de especies presentes	22	16	22	20
Dominancia: especies que mayor abundancia presentaron	0,16	0,26	0,11	0,17
Ind. Shannon ( $H'$ ): tiene en cuenta la riqueza y abundancia especies	2,38	1,90	2,64	2,30

En cuanto a la estacionalidad de los parámetros estudiados, se observó que tanto la riqueza de especies (Figura 2.a) como la abundancia (Figura 2 b) fue mayor en el muestreo previo a la siembra (muestreo 1) en ambos sitios.

Luego de la implantación del cultivo, ambos parámetros, decrecieron significativamente (muestreo 2). Durante los muestreos 3 y 4, (período reproductivo), el número de especies e individuos se incrementó nuevamente. Finalmente, en el último muestreo, con la planta de algodón defoliada y con bochas maduras (previo a cosecha), la riqueza y abundancia decrecieron significativamente (Figura 2 a).



**Figura 2.** a) Riqueza Media y b) Abundancia Media de la macrofauna registrada por instancias de muestreo. Las barras verticales indican el error estándar de las medias. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). Referencias: 1) Previo a la siembra, 2) Estado vegetativo, 3) Estado reproductivo-floración, 4) Estado reproductivo-madurez fisiológica, 5) Madurez fisiológica-Cosecha.

En los dos sitios evaluados, se observaron diferencias en los índices ecológicos en relación a los tratamientos, en este sentido, tanto para LV como para BP, se observaron mayores valores de riqueza y abundancia en lotes bajo riego (Figura 3 a y b).



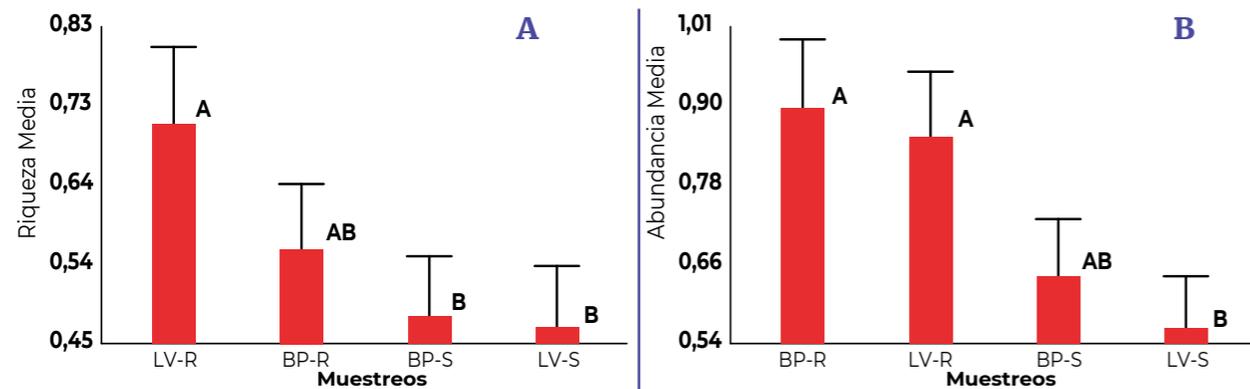


Figura 3. a) Riqueza Media y b) Abundancia Media de especies por Tratamiento. Las barras verticales indican el error estándar de las medias. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). Referencias: BP: Barros Pazos, LV: La Vertiente, R= riego, S= seco.

Respecto a los grupos funcionales, los ingenieros del ecosistema (lombrices y hormigas), detritívoros (milpiés) y depredadores (arañas, ciempiés, insectos) fueron los más representativos en ambos sitios (Figura 4). Mientras que, en ambos tratamientos, en BP los ingenieros del ecosistema fue el grupo más numeroso, en cambio en LV se destacaron con mayor proporción los detritívoros y depredadores (Figura 4).

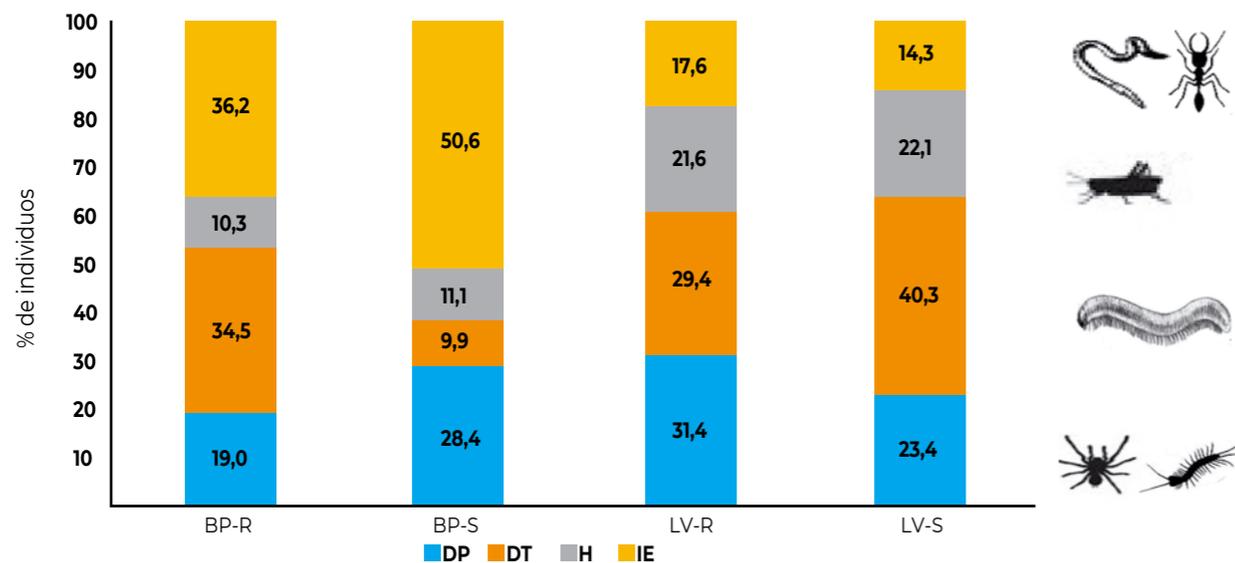


Figura 4. Porcentaje total de los grupos funcionales en los sistemas algodoneros de Barros Pazos (BP) y La Vertiente (LV) por tratamientos. Referencias: DP= Depredadores, DT= Detritívoros, H= Herbívoros, IS= Ingenieros del suelo.

Los resultados indicaron que la composición (abundancia y riqueza) de la macrofauna edáfica en ambos sitios estudiados varía estacionalmente en función de las etapas fenológicas del cultivo de algodón GM, del riego aplicado y el impacto de las prácticas agronómicas (labranza, aplicación y frecuencia de fertilizantes y plaguicidas). Por otra parte, las condiciones ambientales durante la campaña en estudio resultaron en temperaturas más elevadas y precipitaciones más escasas que las medias históricas, condiciones estresantes que pudieron afectar también a la densidad, riqueza y dinámica de los macroinvertebrados de los sitios relevados.

**CONCLUSIONES**

La macrofauna edáfica mostró variaciones, tanto en abundancia como en riqueza, durante el desarrollo del cultivo algodón en los diferentes sistemas analizados.

El riego, modifica las condiciones del ambiente, generando un nuevo microclima que favorece el desarrollo de la fauna de suelo.

Se observó baja densidad de organismos en todo el estudio, lo que amerita continuar analizando las posibles causas que condicionan su presencia en los sitios.

Los resultados obtenidos enriquecen el inventario de macroinvertebrados edáficos de suelos agrícolas del norte de Santa Fe, constituyendo información básica, útil y complementaria en estrategias de manejo y sustentabilidad de los sistemas productivos.

# Bacteriosis del algodón

## Identificación y aislamiento del agente causal de la Mancha Angular del Algodón en el Norte Santafesino

Lorenzini Fernando  
 Ing. Agr. Winkler Horacio Martín  
 Ing. Agr. Dileo Pablo  
 Ing. Agr. Scarpin Gonzalo MP 3/206  
 Ing. Agr. (MSc) Cracogna Mariano MP 3/117  
 Dr. Paytas Marcelo MP 3/116  
 Dra. Roeschlin Roxana

EEA INTA Reconquista  
 fergabrielorenzini@gmail.com

**INTRODUCCIÓN**

La Bacteriosis o Mancha Angular del Algodón (MAA) es una enfermedad distribuida a nivel mundial y presente en todas las zonas productoras del cultivo. El agente causal de la MAA es la bacteria *Xanthomonas citri* subsp. *malvacearum*, que es capaz de afectar todos los órganos de la planta, durante todos sus estadios fenológicos. La infección causada por este microorganismo en cultivos de algodón ha causado pérdidas de rendimiento de fibra de hasta un 35% a nivel mundial, ya que bajo condiciones favorables de desarrollo y diseminación del patógeno (altas temperaturas y precipitaciones), puede producirse defoliación de las plantas, afectando negativamente los parámetros de rendimiento y calidad. Los síntomas tempranos de la enfermedad se pueden observar en hojas y bochas como “marcas acuosas” que conllevan a la aparición de manchas de tipo angular. Conforme la enfermedad empeora y avanza, el tejido vegetal infectado comienza a ennegrecerse (necrosis), ocurriendo en última instancia la defoliación y caída de bochas.

Se han reportado alrededor del mundo más de 22 razas diferentes del patógeno, en base a su distribución geográfica y a las reacciones que provocan en los genotipos susceptibles de algodón. Actualmente no se conocen tratamientos químicos efectivos para erradicar la enfermedad, por lo tanto, las estrategias de manejo de la MAA incluyen el análisis y tratamiento por ácido deslente de las semillas, destrucción de los rastrojos y la utilización de variedades resistentes. Resulta entonces de gran importancia el seguimiento y diagnóstico temprano de la enfermedad en nuestra región para así diseñar estrategias de control de la enfermedad.

**OBJETIVO**

Registrar y evaluar los síntomas de MAA identificados en los genotipos de algodón sembrados en la Estación Experimental Reconquista durante la campaña 2018/2019.

Realizar aislamientos del patógeno a partir del tejido vegetal infectado

**MATERIALES Y MÉTODOS**

Se realizó la identificación de síntomas de la MAA en diferentes genotipos de algodón pertenecientes al banco de germoplasma nacional, sembrados en dos fechas diferentes (fechas de siembra FS temprana: 30/10/18; FS tardía: 01/12/18), durante la campaña 2018/19. El programa

de identificación y muestreo fue realizado en el campo experimental de Estación Experimental Agropecuaria de INTA Reconquista.

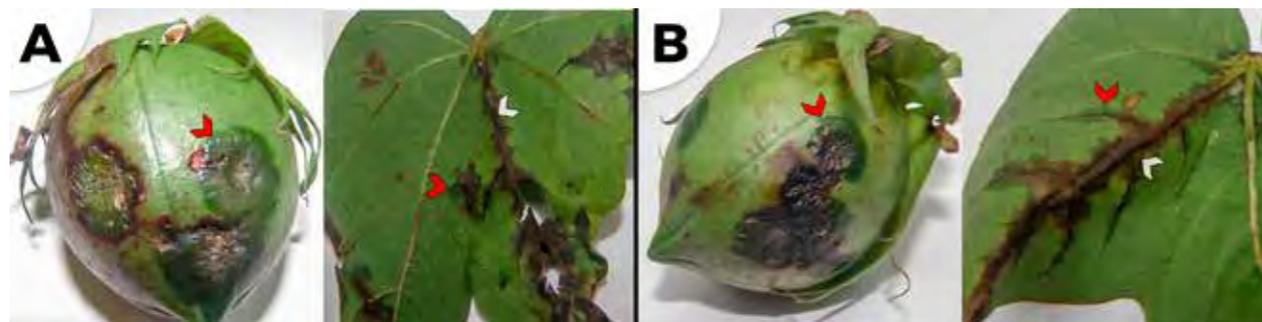
Se recolectaron hojas y bochas con síntomas de MAA de manera de realizar el aislamiento e identificación del agente causal. Las zonas infectadas en las hojas y bochas muestreadas fueron cortadas en trozos pequeños, esterilizadas superficialmente mediante lavados de 1 minuto en Etanol 70% y posteriormente 1 minuto en Hipoclorito de Sodio 1%, y finalmente lavadas con agua destilada. Las muestras esterilizadas fueron posteriormente maceradas en 1 mL de solución de MgCl<sub>2</sub> 10mM, y las suspensiones bacterianas así obtenidas fueron sembradas en placas de Petri conteniendo medio de cultivo Agar Nutritivo, e incubadas a 30°C durante 24-72 hs. Las colonias crecidas amarillas, de forma convexa y brillantes (características fenotípicas de *Xanthomonas* spp.), fueron reaisladas en una nueva placa y posteriormente conservadas en glicerol 20% a -20°C.

**RESULTADOS**

Durante la campaña 2018/19, en la EEA de INTA Reconquista se sembraron en dos fechas de siembra (FS temprana y FS tardía) 22 genotipos de algodón pertenecientes al banco de germoplasma nacional. Durante el desarrollo del cultivo, se realizó un seguimiento del mismo observando si ocurría la aparición de síntomas semejantes a la MAA. Particularmente, cuando el cultivo se encontraba en la etapa de madurez fisiológica (FS temprana) y primera bocha abierta (FS tardía), se identificó en los genotipos DP 50 y Poraite INTA la presencia de síntomas típicos de la enfermedad. En la Figura 1, se muestran fotos representativas de los síntomas observados a campo. Resulta interesante destacar que días previos a la fecha de identificación de síntomas de MAA, se registró la temperatura máxima mensual que resultó de 32,6 °C, y precipitaciones de 42,2 mm, condiciones óptimas para el desarrollo y diseminación del patógeno bacteriano, generando la aparición de los síntomas en los genotipos identificados.

A partir de los síntomas observados a campo, se procedió al aislamiento de los patógenos presentes en el tejido vegetal. En la Tabla 1 se indica la procedencia de las 36 cepas bacterianas aisladas obtenidas al azar, de hojas y bochas de los genotipos DP 50 y Poraite INTA con síntomas de MAA.





**Figura 1:** Imagen representativa de los síntomas observados a campo. **A.** Genotipo DP 50. **B.** Genotipo Poraite INTA. Las flechas rojas indican las “marcas acuosas” que conllevan a la aparición de manchas de tipo angular. Las flechas blancas indican la necrosis del tejido vegetal producto del avance de la enfermedad.

**Tabla 1.** Información de los aislamientos realizados desde síntomas de MAA. MF: Madurez Fisiológica; PB: Primera Bocha.

Aislados	Hospedador (genotipo)	Etapa Fenológica	Órgano Infectado	Aislados	Hospedador (genotipo)	Etapa Fenológica	Órgano Infectado
1	Poraite INTA	MF	Bocha	19	DP 50	PB	Hoja
2	Poraite INTA	MF	Bocha	20	DP 50	PB	Hoja
3	Poraite INTA	MF	Bocha	21	DP 50	PB	Hoja
4	Poraite INTA	MF	Bocha	22	DP 50	PB	Hoja
5	Poraite INTA	MF	Hoja	23	DP 50	PB	Hoja
6	Poraite INTA	MF	Hoja	24	DP 50	MF	Hoja
7	Poraite INTA	MF	Hoja	25	DP 50	MF	Hoja
8	Poraite INTA	MF	Hoja	26	DP 50	PB	Hoja
9	Poraite INTA	MF	Hoja	27	DP 50	PB	Hoja
10	DP 50	PB	Bocha	28	DP 50	PB	Hoja
11	DP 50	PB	Bocha	29	DP 50	PB	Hoja
12	DP 50	PB	Bocha	30	Poraite INTA	MF	Hoja
13	DP 50	PB	Bocha	31	Poraite INTA	MF	Hoja
14	DP 50	PB	Bocha	32	Poraite INTA	MF	Hoja
15	DP 50	PB	Bocha	33	DP 50	PB	Hoja
16	DP 50	PB	Bocha	34	DP 50	PB	Hoja
17	DP 50	PB	Hoja	35	DP 50	PB	Hoja
18	DP 50	PB	Hoja	36	DP 50	PB	Hoja

**CONCLUSIONES**

Durante la campaña 2018/19 se observó la presencia de síntomas de MAA en bochas y hojas presentes en ciertos genotipos de algodón susceptibles a *Xanthomonas spp.*

Para continuar con la caracterización de los aislamientos obtenidos, se realizará la caracterización molecular mediante reacciones de PCR, utilizando cebadores específicos para amplificar las secuencias parciales de los genes *gyrB* y *lepA*, la cual permitirá clasificarlos taxonómicamente. Los productos de amplificación obtenidos en los aislamientos que presenten las secuencias anteriormente mencionadas, serán secuenciados y posteriormente las secuencias serán analizadas bioinformáticamente. Asimismo, para corroborar los síntomas observados a campo, se realizarán ensayos de patogenicidad en los genotipos DP 50 y Poraite

INTA bajo condiciones semi-controladas y se procederá al reaislamiento del patógeno a partir de los síntomas.

Por último, es importante destacar que, si bien los síntomas de MAA hallados a campo provienen de genotipos no utilizados en la actualidad, la presencia de los mismos indica que el patógeno se encuentra presente en la región algodонера, y por tanto es necesario conocer su dinámica poblacional, como estrategia de vigilancia y control. Asimismo, el conocimiento del comportamiento frente a la MAA de los distintos genotipos ensayados en la EEA Reconquista, no sólo contribuirá al desarrollo de estrategias para el manejo integrado de la enfermedad sino además será información de utilidad para ser considerada en la selección de genotipos para el mejoramiento del cultivo de algodón.

# Herbicidas y manejo de malezas

Ing. Agr. Menapace Pablo MP 3/216  
Ing. Agr. (MSc) Szwarc Diego E. MN 17317\*17\*01

EEA INTA Reconquista  
menapace.pablo@inta.gov.ar

El manejo eficiente de malezas para el algodón busca disminuir la interferencia de las especies no deseadas, debe ser económico y sostenible, reducir el banco de semillas de malezas en el suelo, prevenir la aparición de malezas resistentes y no afectar al algodón en calidad y rendimiento de fibra. Para tener éxito, el manejo de malezas requiere una planificación anticipada y una ejecución oportuna, pocos días de retraso en una aplicación puede reducir el control, incrementar las dosis de herbicidas y los costos de trabajo. El algodón se caracteriza por un desarrollo inicial lento con un período crítico de competencia de malezas comprendido entre la 4<sup>o</sup> y la 10<sup>o</sup> semana desde su emergencia, pudiendo variar según las condiciones climáticas y la densidad de plantas. Cuando las malezas se desarrollan y crecen junto con el cultivo, generan las mayores pérdidas de rendimiento

y calidad en el algodón. En cambio, las que emergen más tardíamente interfieren en las prácticas de defoliación, cosecha y limpieza final de la fibra. Los controles de malezas más apropiados deberían realizarse desde la siembra hasta el final del período crítico, para posibilitar al algodón una correcta implantación y establecimiento de plantas, y luego ser capaz de dominar el ambiente por sí mismo, principalmente por sombreado de los entresurcos. Para esto, se debe realizar la siembra en un lote libre de malezas, usando semillas de elevado poder germinativo (PG) y correcta densidad de semillas. Los herbicidas, que representan las herramientas más empleadas para el control de malezas, varían según el momento de aplicación y la finalidad del manejo. Algunos de esos se detallan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Diferentes momentos de aplicación, ingredientes activos (i.a.) y recomendación de uso, en relación al estado del cultivo y malezas.

MOMENTOS DE APLICACIÓN	INGREDIENTES ACTIVOS	RECOMENDACIONES DE USO
<b>APLICACIONES EN PRE-SIEMBRA</b>	Glifosato + Hormonal (2,4-D; Fluroxipir; Dicamba)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Respetar un periodo desde la aplicación a la siembra del algodón – 15 días para 2,4D y Fluroxipir; 20 días para dicamba.</li> </ul>
<b>APLICACIONES EN PRE-EMERGENCIA</b>	Diuron; Prometrina	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usados con coadyuvante (Adherente) también actúan por contacto sobre malezas pequeñas.</li> <li>Dosis mayores a las recomendadas pueden afectar el cultivo en caso de precipitaciones abundantes.</li> </ul>
	Acetoclor; S-metolaclor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se complementan con los anteriores para ampliar el espectro de control de malezas, principalmente gramíneas.</li> </ul>
<b>APLICACIONES EN POST-EMERGENCIA</b>	Glifosato (Anexo 1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se emplea en cultivares declarados resistentes y dentro de una ventana permitida que va desde siembra hasta la 4<sup>ta</sup> hoja verdadera.</li> <li>En pre-cosecha a partir del 20% de capsulas abiertas.</li> </ul>
	Diclosulam	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controla latifoliadas en estadios iniciales de crecimiento o próximas a germinar.</li> <li>No usar antes de 7 hojas - Genera fitotoxicidad y detiene el crecimiento.</li> </ul>
	Herbicidas -fop / -dim	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controla gramíneas anuales y perennes.</li> </ul>



En el momento de defoliación, y posteriormente, durante la destrucción del rastrojo del algodón, también se debería emplear algún herbicida (de ser compatible y miscibles) para controlar aquellas malezas presentes para que no interfieran en la cosecha y no recarguen el banco de semillas del suelo.

**Defoliación química del algodón:** Busca eliminar las hojas y posibles malezas pequeñas para facilitar la cosecha mecánica y reducir o eliminar la presencia de impurezas en la fibra. Está claro que ningún producto puede ofrecer una solución total para la defoliación del algodón, la efectividad está muy relacionada con el manejo agronómico del cultivo durante todo el ciclo, las condiciones ambientales

y el método de aplicación, por eso se deben seguir las instrucciones y dosis de etiqueta de los productos, algunos de ellos se detallan en la Tabla 2. Dejar un lote listo para la cosecha puede variar en el número de aplicaciones:

- Una aplicación de defoliante a dosis recomendada, en lotes con follaje maduro, uniforme y poco rebrote;
- Dos aplicaciones, cuando son desperejados, altos, con follaje denso, cerrado y tienen rebrote abundante. En estos casos, la primera aplicación tendría la función de provocar la caída de las hojas maduras (aclareo) e inducir al envejecimiento a las hojas jóvenes (pre-sensibilización). Luego, a los 3 a 7 días posteriores realizar la segunda aplicación.

**Tabla 2.** Descripción de los ingredientes activos usados como defoliantes en algodón, las marcas comerciales y recomendaciones de uso.

INGREDIENTES ACTIVOS	MARCA COMERCIAL	RECOMENDACIONES
Thidiazurón	DROPP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Defoliante hormonal</li> <li>• Aplicar en días soleados y con temperaturas nocturnas superiores a 18° C.</li> <li>• A partir de 70% de cápsulas abiertas</li> </ul>
Thidiazuron + Diuron	DROPP ULTRA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Similar al anterior</li> <li>• Tiene inhibición de rebrotes.</li> <li>• Incrementar la dosis no desprende la hoja (Hoja pegada)</li> </ul>
Ciclanilida + Etefon	FINISH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Defoliante y madurador</li> <li>• Con 30-50 % de apertura de capsula</li> <li>• Controla rebrotes durante 25 días</li> </ul>
Paraquat	Marcas Varias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funciona como defoliante a bajas dosis</li> <li>• Mojar bien la superficie de las hojas</li> <li>• En cultivos muy frondosos recurrir a dos aplicaciones con dosis bajas</li> </ul>
Carfentrazone	SHARK – AURORA 40 – AFFINITY	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herbicida desecante</li> <li>• A partir de 80% de apertura para una siembra a metro y 60% para surcos estrechos</li> </ul>
Piraflufen Etil	STAGGER	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desecante más lento que ayuda que la hoja no quede pegada.</li> <li>• A partir de 70 % de apertura de cápsulas</li> </ul>
Metsulfuron metil	Marcas Varias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezclar con desecantes para inhibir rebrotes.</li> </ul>

**Destrucción de Rastrojo:** Práctica obligatoria por SENASA que busca evitar la proliferación de determinadas enfermedades y plagas (principalmente picudo del algodonoero). Tradicionalmente, este manejo se realiza por métodos mecánicos (rastras, arados), los cuales destruyen la parte aérea y el sistema radicular de las plantas del algodón y de esa forma se evita el rebrote. Con la siembra directa, se utilizan aplicaciones de herbicidas en la etapa final del cultivo que permiten destruir las plantas sin perturbar el suelo. Los herbicidas que se emplean con mayor frecuencia son los de acción hormonal como el 2,4-D, dicamba o fluroxipir, son sistémicos y actúan en zonas de crecimiento terminal.

Son escasos los herbicidas disponibles para el cultivo de algodón, la elección de los más apropiados, el momento de utilización y la finalidad buscada dependerá en muchos casos del conocimiento de la dinámica del banco de semillas y el patrón de germinación de las principales malezas.

#### ANEXO 1. USO DE GLIFOSATO EN ALGODÓN

Los cultivares resistentes a glifosato (RG) que se siembran en el país, cuentan con un periodo de aplicación recomendada que va desde la siembra hasta la 4<sup>o</sup> hoja verdadera totalmente expandida (aprox. 28 días desde la emergencia). Esto se debe a que el gen de resistencia no protege las áreas de diferenciación reproductiva, causando caída de pimpollos con la consecuente merma de rendimiento y retraso de cosecha. La ocurrencia y severidad de estas pérdidas parecen variar según el ambiente y el año. En condiciones de crecimiento favorables, hay una mayor absorción de glifosato y los efectos son más graves. Las aplicaciones del herbicida en cualquier momento fenológico no afectan las propiedades tecnológicas de la fibra. Por lo tanto, a medida que se atrasa la aplicación del herbicida, solo se manifiestan efectos negativos sobre las variables de crecimiento y rendimiento. Otro punto de importancia es que dentro del periodo permitido, se recomienda un máximo de dos aplicaciones post-emergentes secuenciales, separadas por al menos 10 días y el algodón debe tener más de dos nudos de crecimiento nuevos entre aplicaciones.

# Evaluación ambiental de la producción de algodón

Lic. Vitti Daniela  
EEA INTA Reconquista

vittiscarel.daniela@inta.gov.ar

## INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de bioenergías, alimentos y fibras, hace que la agricultura se apoye en la expansión hacia nuevas áreas cultivables, como así también, en la intensificación de los sistemas productivos. Los censos agropecuarios (1988/2002) indican que las superficies dedicadas a cultivos anuales se expandieron en el país a una tasa media cercana al 0,3% anual, ocurriendo los mayores incrementos en Córdoba (14% de la superficie de la provincia fue convertida a agricultura), Entre Ríos (10%), Santa Fe (10%) y Buenos Aires (6%). Así también, cuando el corrimiento de las fronteras agropecuarias se ve limitado, los aumentos productivos deben darse mediante el uso más intensivo de insumos y tecnologías con riesgos significativos sobre los agroecosistemas que deben ser evaluados y monitoreados a favor del mantenimiento de las funciones ecológicas esenciales para una producción agropecuaria sustentable.

En este contexto se realiza una evaluación ambiental de la producción del cultivo del algodón en el norte de Santa Fe, donde se analiza las formas de producir a lo largo de casi cuatro décadas, comparando el impacto de la tecnología en cada año. Si bien existen diversas metodologías para tal fin, se eligió trabajar con un "Análisis eMergético". La emergencia, con "M" de memoria energética, se define como la energía que se usa - directa o indirectamente - en el proceso de generación de un producto o un servicio, y que tiene la misma calidad que la energía solar. La emergencia cuantifica la energía actual presente del producto o servicio, como así también toda la energía ya invertida en él.

Dado que diferentes formas de energías tienen diferentes capacidades para realizar un trabajo, esta evaluación convierte todos los flujos de energías que intervienen en un sistema, en una unidad común -equivalente a energía solar- para posibilitar su cuantificación y comparación. Así, por ejemplo, la energía contenida en la lluvia, en una semilla o en el combustible, como la energía contenida en la mano de obra o una labor particular, es transformada a su equivalente en energía solar y pueden ser comparadas en una unidad común.

Esta metodología permite estudiar la interacción entre el soporte ambiental y la intervención tecnológica de cada sistema productivo (Figura 1). De este modo, se puede

cuantificar la contribución ambiental involucrada en la producción de una hectárea de algodón, que actualmente no se valorizan y generar herramientas para discutir políticas de mercado que reconozcan el verdadero valor de la oferta ambiental en la producción agropecuaria.

## OBJETIVO

Analizar cómo impactan las innovaciones tecnológicas implementadas en la producción de algodón en bruto, desde 1980 a 2018, en la sustentabilidad socio-económico-ambiental, a través de un análisis emergético.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se entrevistaron a productores con trayectoria en la producción del cultivo en la zona y a profesionales vinculados a la producción del algodón (de las Instituciones APPA, INTA, UAA), quienes aportaron datos de cómo se produjo el cultivo de algodón en el norte de Santa Fe en los años 1980-2000 y 2018.

Se indagó en cada año un manejo representativo para la región. Se registraron los flujos del sistema -entendidos como entradas y salidas de materiales y servicios-, como las cantidades de semillas utilizadas, insumos, labores y servicios, mano de obra, manejos, tecnologías aplicadas y rendimientos alcanzados, en cada año, desde pre-siembra hasta post-cosecha, sin contabilizar el transporte y procesamiento posterior.

Paralelamente, se contabilizó información climática y ambiental que incluye aportes de radiación, vientos, lluvias, suelos, agua utilizada en los sistemas. Todas estas cantidades contabilizadas en unidades de energías (Joules. ha<sup>-1</sup>.año<sup>-2</sup>) y en unidades de peso y volumen (litros o kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-2</sup>). Así los componentes de cada sistema en cada año, quedan representados por los flujos de recursos naturales renovables y no renovables; flujos de materiales y energía que entran y salen del sistema. Posteriormente se calculó la emergencia correspondiente a cada flujo del sistema, utilizando unidades de valor emergéticas (valores provenientes de bibliografía específica). Y se analizaron los principales cambios en el tiempo.



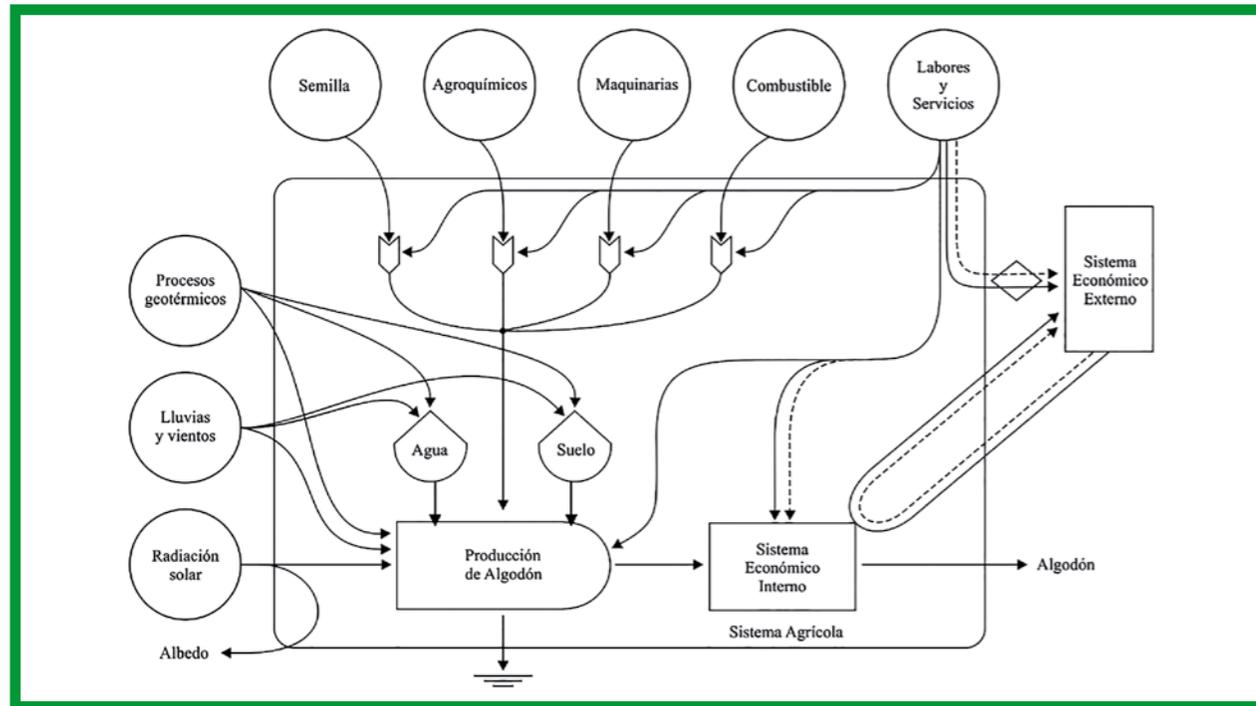


Figura 1. Representación gráfica de la interface ecológica-económica de un ecosistema agrícola en lenguaje energético y los principales flujos de energía evaluados en este trabajo (adaptado de Odum, 1996). Se contabilizan los recursos naturales renovables y no renovables, insumos de la economía (materiales y servicios) y el total de energía consumida por el sistema productivo de algodón.

**RESULTADOS**

Se presentan algunos resultados preliminares de la evaluación ambiental del cultivo del algodón.

- Se analizó la producción de algodón en bruto en los años 1980, 2000 y 2018. Se caracterizó un paquete tecnológico con las prácticas de manejo predominantes para cada periodo (cada año sintetiza y abarca un período de quince o veinte años, hacia atrás).
- El total de energía invertida para la producción de una hectárea de algodón en bruto fue mayor en el año 1980. Si bien la contribución emergética proveniente del ambiente (oferta ambiental) es similar en los años de estudio, se observó mayor aprovechamiento de los recursos naturales renovables y uso de los recursos no renovables en el periodo de 1980 en relación a los demás periodos. La energía involucrada en insumos, labores y servicios, también es levemente mayor en el periodo 1980.
- El empleo de recursos no renovables provenientes de la naturaleza disminuyó a lo largo de los años analizados, valor influenciado por la variable pérdida de suelos por erosión, que fue mejorando con el correr del tiempo. En cuanto a energía de los consumos de agua, también fueron similares, pero con variaciones entre años, incrementándose levemente en el último periodo.
- Los valores de energía correspondientes a bienes y materiales comprados (insumos) externos mostraron incrementos con el tiempo.

- La energía de la mano de obra, es la contribución externa más grande. No obstante, disminuyó con la evolución de los años, probablemente relacionada con la mecanización de la cosecha y el cambio en las prácticas del control de malezas (pasando de manual a químico) variables que se han modificado en los dos periodos 2000 y 2018 en relación al año 1980.
- La energía obtenida por unidad de producto (kilogramo por hectárea por año de algodón en bruto) fue disminuyendo con el correr de los años analizados, indicando un aprovechamiento algo más eficiente de los recursos naturales como así también de los insumos externos, por parte del sistema, favoreciendo la sustentabilidad del mismo.

**CONCLUSIONES**

La energía en la producción del algodón mostró variaciones en cada periodo, que serán explicados con mayor profundidad y detalles al finalizar este trabajo. Los resultados finales, (indicadores y balances energéticos) serán comparados con los balances obtenidos por otros cultivos (soja, maíz y girasol), permitiendo analizar la sustentabilidad de las formas de producir el algodón a lo largo del tiempo, como así también en relación a los otros cultivos regionales.

La evaluación emergética permitirá también analizar alternativas y elementos de juicio para posibilitar la toma de decisiones y la aplicación de políticas de producción sustentable, que incluyan e integren las dimensiones social, económica y ambiental.

# Desde ICAC proponen aclarar estas "VERDADES" sobre el algodón



1  
ICAC estima que una sola tonelada de algodón proporciona empleo durante todo el año para 5 o 6 personas, a menudo en algunos de los lugares más empobrecidos de la tierra.

2  
El algodón ocupa solo el 3% de la superficie agrícola del mundo, pero satisface el 27% de las necesidades textiles del mundo. ¡Eso está haciendo que tu fibra valga la pena! A nivel mundial, el uso de la tierra del algodón se ha mantenido relativamente constante en los últimos 50 años, pero el volumen de fibra producida ha aumentado.

3  
¡El algodón se usa para hacer mucho más que tela cómoda! Una tonelada de semillas de algodón produce alrededor de 145 kilos de aceite, que se pueden usar para cocinar, cosméticos y jabón, entre otras cosas, mientras que la harina y el pellets de semillas de algodón se pueden usar como alimento para animales y fertilizante.

4  
El algodón es una xerofita, una planta que requiere muy poca agua para crecer. Básicamente es un cultivo del desierto, con un sistema de raíces profundas que es ideal para climas áridos. Una planta de algodón necesita agua en momentos críticos durante su crecimiento para producir un buen rendimiento, pero la mayoría de las veces, ¡la lluvia estacional (a veces asistida por riego) es todo lo que necesita el algodón!

5  
¿El algodón orgánico ofrece mejor calidad que el algodón convencional? En una palabra: No. Hay muchos factores que pueden afectar la calidad del algodón, pero si se cultiva de manera orgánica o convencional no está entre ellos.

6  
¿Qué puedes hacer con 100 kg de algodón? 100 pares de jeans 550 camisetas para hombres 3,000 pañales 130,000 billetes de \$ 100 300,000 bolas de algodón ¡También se puede usar para hacer filtros de café, jabón, aderezos para ensaladas, carpas, encuadernaciones de libros, redes de pesca y cosméticos!

SERVICIOS

COMERCIALIZACIÓN

MANO DE OBRA



MAQUINARIAS

INVESTIGACIÓN  
Y DESARROLLO

TECNOLOGÍA

# CADENA DEL ALGODÓN

Generadora de trabajo y creadora de valor  
en la Economía Regional del Norte Santafesino.

