



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

**Evaluación del efecto de diferentes  
condiciones ambientales (secano y regadío)  
y diferentes equipos de cosecha sobre la  
calidad de la fibra de algodón.**

**Pasante: Evangelina Vagabculow**

**Director: Ing. Agr. PhD. Marcelo J. Paytas**

**2014**

## **AGRADECIMIENTOS**

Por su colaboración en la concreción de este trabajo quiero agradecer a:

- La Empresa UNITEC AGRO S.A., “Est. Don Panos”, la cual permitió que se realizaran todas las actividades dentro de la misma, me brindó un lugar de trabajo en sus oficinas y un confortable alojamiento en la Residencia del personal.
- Al staff de Ingenieros Agrónomos de la empresa UNITEC AGRO S.A. encabezado por el Ing. Agr. Walter Reichert y secundado por los Ingenieros Lautaro Rennis y Víctor Ziegler, quienes generosamente dedicaron parte de su tiempo en mostrarme el funcionamiento del establecimiento, la ubicación y el historial de los lotes.
- Al Señor Jorge Omar Codutti, personal a cargo de la Desmotadora ubicada en esta empresa, por mostrarme en detalle el proceso de desmote.
- Al Señor Darío Velozo, personal a cargo del Laboratorio de HVI, por enseñarme como se realiza el análisis de la calidad tecnológica de la fibra y poner a mi disposición dichas instalaciones.

## **Evaluación del efecto de diferentes condiciones ambientales (secano y regadío) y diferentes equipos de cosecha sobre la calidad de la fibra de algodón**

### **INTRODUCCION GENERAL**

El cultivo de algodón es perenne pero domesticado y cultivado como anual, y tiene ancestros xerofíticos que le confieren mejor comportamiento fisiológico y morfológico frente a la variación en la disponibilidad hídrica. En Argentina, un gran porcentaje del área de algodón se realiza en condiciones de secano y una menor superficie bajo riego. Las variedades actuales responden a la disponibilidad hídrica de manera diferencial logrando mejoras en el rendimiento y la calidad de fibra.

En los últimos años, la cosecha del cultivo se mecanizó reemplazando la cosecha manual. Esta, siempre fue una labor agrícola muy particular porque se necesitan máquinas específicas para su realización.

Actualmente, además de la tradicional **Picker**, el productor algodonero cuenta con otras alternativas para levantar su cosecha. Por un lado, tiene una cosechadora **autopropulsada** con cabezal **Stripper**. Este cabezal es una plataforma regulable en altura constituida por puntones. Estos puntones, en vez de “arrollar” la fibra como lo hacen los husillos rotativos del cabezal Picker, lo que hacen es “arrancar” la cápsula junto con la fibra. En la mayoría de estas cosechadoras, dichas plataformas de puntones han reemplazado a los cuerpos de tambores y husillos de las máquinas Picker.

Por otro lado, a partir de la campaña 2006-2007, el INTA hizo el lanzamiento de una **Stripper de arrastre**, a la que nombraron “JAVIYÚ”. Esta Stripper, requiere una potencia de sólo 50 HP para realizar su trabajo, por lo tanto, se puede usar con un tractor que la mayoría de los productores tienen. Por su bajo costo operativo y también de inversión, constituye actualmente una buena opción para pequeños y medianos productores.

En realidad estos cabezales con sistemas despojadores en forma de grandes peines ya se habían inventado años atrás. Pero su implementación, que comenzó con el Siglo XXI, recién se extendió a mayores porcentajes de la producción nacional cuando el sistema tradicional del cultivo de algodón dio paso a “**un cultivo diferente**” más simple y eficiente. En vez de sembrar en surcos

espaciados a 0,7 m una población de 100 mil plantas/ha, sembrar en surcos distanciados a 0,38 m poblaciones de 250 mil plantas/ha. Esta nueva configuración espacial, sumada al desarrollo de variedades más precoces, con menor crecimiento vegetativo, sin ramas laterales, con la localización de los capullos más cerca del tallo principal y la posibilidad de definir el grueso de la producción en un tiempo más breve, son las condiciones que hoy hacen posible que las plataformas Stripper pasen sobre el cultivo “peinando” las plantas y **cosechen de “una vez” toda la producción**. Pero como en este nuevo tipo de cosecha, los capullos son despojados junto con otras partes de la planta (carpelos o perillas, tallos, restos de hojas, ramas) aparece como debilidad del sistema Stripper, la **contaminación de la fibra** con impurezas. Para superar en parte este problema, se mejoraron los cabezales Stripper con equipos de pre-limpieza. Es importante limpiar el algodón para preservar sus condiciones. En cosecha Stripper, el algodón se limpia en la misma máquina y luego se vuelve a limpiar en la desmotadora. Una limpieza excesiva puede disminuir la calidad de fibra. Por eso permanentemente se analizan muestras de cada fardo desmotado para evaluar de manera objetiva si este sistema afecta a las propiedades tecnológicas de la fibra, tales como el color, que es el factor fundamental para determinar el Grado, la longitud, uniformidad, resistencia y Micronaire.

Si bien estos **parámetros de calidad de fibra** están fundamentalmente determinados por la **variedad**, el que lleguen a su máxima expresión depende de la interacción de las plantas con *factores ambientales* como la **temperatura**, que incide principalmente sobre el **desarrollo** y la **disponibilidad de agua y nutrientes**, que afectan básicamente la habilidad de **crecer** que tiene el cultivo.

Se sabe que el **periodo crítico** para la definición de la Calidad de Fibra comienza a partir del momento de **floración**. En algodones irrigados, se tiene la posibilidad de cubrir las deficiencias de agua durante los primeros 60 días después de floración, procurando garantizar una Calidad más cercana a la potencial de la variedad. Por esto, se podría considerar que los lotes bajo riego tendrían una ventaja con respecto a los lotes de secano, presentando una mejor performance al momento de la cosecha, ya sea esta Picker o Stripper.

Además del ambiente, los parámetros de calidad de fibra obtenidos están definidos por el **manejo agronómico**.

Es decir, el buen uso de fertilizantes, reguladores de crecimiento, insecticidas y herbicidas para lograr plantas con las características que facilitan este tipo de producción de “**Algodón en Surcos Estrechos**” (altura final inferior a 0,9 m, sin ramas laterales, con una localización de capullos más cerca del tallo principal, que se abren en menos tiempo).

Otro aspecto que debe contemplar un buen manejo es que el cultivo para la **cosecha** reúna características que permitan el óptimo funcionamiento de la cosechadora. Es importante que al momento de realizar el defoliado, el cultivo esté limpio de malezas y que no haya rebrotado luego del fin de floración. Debe evitarse que al momento de la cosecha en las plantas haya cápsulas verdes sin abrir, hojas secas que al partirse aportan materiales de pequeño diámetro (*pimienta*) que luego afectan la calidad comercial de la fibra u hojas verdes no caídas por deficiencia en el defoliado o aquellas originadas por rebrotes ocurridos luego del defoliado, ya que pueden manchar a la fibra y aportar incrementos en el contenido de humedad del algodón almacenado. Si estas condiciones básicas no se dan, las condiciones del cultivo no serán óptimas para su recolección y el **contenido de impurezas** aumentará en ambos sistemas, tanto Picker como Stripper, adulterando la calidad de fibra de algodón. Asimismo, la cosechadora debe estar adecuadamente regulada para que pueda realizar una recolección sin pérdidas y que no provoque daños mecánicos a la fibra.

En fin, todos estos factores deben ajustarse con la mayor precisión posible para alcanzar el resultado deseado: un **alto rendimiento de fibra por ha** y que esta **fibra** tenga **muy buenos atributos físicos** porque los mismos afectan la eficiencia manufacturera y la calidad del producto terminado en la industria textil.

En el presente trabajo se miden las propiedades tecnológicas de la fibra con instrumentos de Alto Volumen conocidos como HVI (High Volume Instrument) para intentar dilucidar si las nuevas formas y equipamientos disponibles para la cosecha del algodón tienen incidencia significativa sobre su calidad.

## **1. REVISION BIBLIOGRAFICA**

### **Importancia Económica Mundial del Algodón**

La producción de algodón y la industria textil son de gran importancia para el crecimiento económico de países desarrollados y en vías de desarrollo.

En los cinco primeros años del siglo XXI se produjo un acelerado proceso de expansión del cultivo a nivel mundial, coincidiendo con la adopción de cultivares de algodón genéticamente modificados. En 2007/08 se llegó a implantar el 50% del área de siembra mundial con dichos cultivares.

En las últimas cinco décadas el precio del algodón ha ido en descenso por avances tecnológicos y por competencia con otras fibras sintéticas como el poliéster.

El consumo de fibra de algodón está relacionado con aspectos intrínsecos de cada país en cuestión (ingreso per cápita, historia, preferencia por el consumo de fibra de algodón, publicidad, tendencias de moda). En EEUU el consumo promedio anual per cápita es de 16,1 kg, mientras que la media mundial es de 3,7 kg.

Existen más de 100 millones de unidades familiares directamente relacionadas con la producción de algodón. A esto hay que sumarle las industrias relacionadas como la de insumos agrícolas, maquinarias y equipamiento, procesos de semillas y manufactura textil.

En 2009/10 la producción mundial de fibra de algodón fue de 22 millones de toneladas, a un precio medio de USD 1,72/ kg de fibra, haciendo un total de USD 37 mil millones.

La Región Algodonera en el mundo es extensa. Llega hasta los 43° Latitud N en Asia Central, hasta los 45° Latitud N en China y hasta los 32° Latitud Sur.

Existen cuatro países que mantienen el liderazgo en los últimos treinta años: China, India, EEUU y Pakistán. En la campaña 2009/10 concentraron el 75% de la Producción Mundial.

Después sigue Brasil, con fluctuaciones en las últimas tres décadas por sustitución con el cultivo de soja y por infestaciones con Picudo del Algodonero (actualmente la plaga más importante).

Los principales países consumidores de algodón son: China, India y Pakistán. Además existen nuevos actores, que no producen la fibra pero la importan para manufactura textil. Son los países del Sudeste Asiático: Indonesia, Vietnam, Tailandia y Taiwán.

A nivel mundial la Producción de algodón supera al consumo en casi 2 millones de toneladas (Paytas y Ploschuk, 2013).

## Importancia económica en la Argentina

En la Argentina, la región algodonera se concentra principalmente entre los 25º y los 31º de Latitud Sur, con nuevas áreas de siembra hacia el norte y el sur de dichas latitudes. Las provincias que generan la mayor producción del país son Chaco, Santa Fe, Santiago del Estero y Formosa, y en menor porcentaje Salta, Corrientes, Catamarca, Córdoba, Entre Ríos y San Luis.

Históricamente, la producción de algodón en la Argentina ha sido un motor dinamizador del sector primario, el sector industrial y los servicios relacionados. Sin embargo, su tendencia de producción ha variado notablemente durante las diferentes décadas. En la campaña 1997/98 se logró un record histórico de producción, alcanzando una superficie máxima de 1.133.500 ha a nivel nacional, a partir del cual comenzó un periodo de disminución acelerada de la superficie sembrada, llegando a 160.000 ha en la campaña 2002/03. Son varios los motivos que desalentaron la producción del algodón, entre los que se citan: precios desfavorables, competencia con la soja y condiciones ambientales adversas. Sin embargo, en los últimos cinco años se ha incrementado notablemente el área de siembra (**Cuadro 1**), duplicándose la superficie desde el 2007/08 hasta la actualidad. Entre los factores alentadores se citan: la expansión de un nuevo sistema de siembra denominado surcos estrechos y altas densidades que logró estabilizar significativamente la producción, el desarrollo de máquinas cosechadoras de tipo “stripper” de bajo costo de adquisición y mantenimiento, y mejores precios (Paytas, 2010).

La principal provincia productora es Chaco, seguida por Santiago del Estero y Santa Fe. Es notable la expansión que tuvo el cultivo en la provincia de Santa Fe, pasando de 10.500 ha en el 2007/08 hasta 140.380 ha en el 2011/12, con incrementos en los rendimientos y avances hacia nuevas fronteras agrícolas (**Cuadro 2**).

Los rendimientos de algodón en bruto (cosechado sin procesos posteriores de separación de fibras) en la Argentina se encuentran alrededor de 1.200 kg ha<sup>-1</sup>. Considerando un rendimiento al desmote de 33%, se obtiene una media de 396 kg ha<sup>-1</sup>; dicho valor se encuentra por debajo de la media mundial (750 kg ha<sup>-1</sup>).

**Cuadro 1:** Evolución de la superficie sembrada (en hectáreas) por provincia desde 2007/2008 hasta 2011/2012 en la Argentina. Fuente: Ministerio de Agricultura de la Nación (2012). Paytas y Ploschuk (2013).

Provincias	Superficie sembrada				
	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12
Catamarca	0	300	500	500	60
Chaco	190.000	195.290	336.300	403.600	260.470
Córdoba	540	450	150	100	100
Corrientes	1.327	1.177	1.390	1.290	900
Entre Ríos	380	380	200	250	780
Formosa	17.440	15.400	18.030	20.000	26.500
Misiones	42	0	0	0	0
Salta	8.500	8.100	6.240	9.280	10.336
San Luis	1.500	1.650	1.000	700	3.000
Santa Fe	10.500	31.100	45.000	88.300	143.500
Santiago del Estero	77.030	43.445	80.600	116.745	176.500
Total del País	307.259	297.292	489.410	640.765	622.146

**Cuadro 2:** Evolución de la producción (en toneladas) por provincia desde 2007/2008 hasta 2011/2012 en la Argentina. Fuente: Ministerio de Agricultura de la Nación (2012). Paytas y Ploschuk (2013).

Provincias	Producción				
	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12
Catamarca	0	910	1.600	1.500	110
Chaco	277.527	226.798	434.080	517.215	270.756
Córdoba	1.890	1.800	300	350	250

Corrientes	1.314	647	1.246	1.253	900
Entre Ríos	442	442	200	120	1.654
Formosa	19.690	18.480	12.150	24.000	30.600
Misiones	25	0	0	0	0
Salta	22.100	24.300	13.728	23.650	27.390
San Luis	5.575	5.185	4.200	3.010	11.700
Santa Fe	13.252	27.600	120.000	180.980	140.380
Santiago del Estero	147.820	80.513	165.998	280.465	224.910
Total del País	489.635	386.675	753.502	1.032.543	708.650

### Evolución de la producción algodonera en la República Argentina

En los años 90 el algodón se sembraba en sistemas de cultivo de baja densidad de plantas, con una distancia entre surcos de 0,9 a 1 metro, obteniéndose plantas de mayor porte, con numerosas ramificaciones y ciclos más largos.

El sistema de cosecha era de tipo manual o mecanizado con cosechadoras “picker” o con “púas”, adaptadas para estas distancias entre surcos.

La cosecha manual siempre estuvo ligada con la disponibilidad de familias enteras denominadas “golondrina”, que dedicaban sus jornadas a cosechar algodón.

En los últimos años la producción algodonera en Argentina ha sufrido un cambio en la arquitectura del sistema de cultivo, pasando a arreglos espaciales con surcos más estrechos y mayor número de plantas por unidad de superficie. Este sistema de producción de algodón se conoce con el nombre de “Algodón Surcos Estrechos”.

El algodón en surcos estrechos tiene algunas particularidades, como ser, surcos a 0,52 m o 0,35 – 0,38 m, y altas densidades de plantas. Las plantas en estos sistemas de producción tienen como características no más de 17 a 19 nudos, altura final inferior a los 0,9 m, y un solo tallo principal. Para lograr estas características de plantas deseadas en estos sistemas es fundamental el buen uso de reguladores de crecimiento, insecticidas y herbicidas.

Los productores grandes y tecnificados adoptaron relativamente fácil y con gran velocidad el sistema de producción en surcos estrechos, lo que provocó que en pocos años se sembraran grandes superficies.

La cosecha manual dejó de ser popular por los costos de recolección y los conflictos sociales. Además, las cosechadoras “picker” debido a que su regulación entre surcos es fija a 0,9 – 1 metro ya no resultaban adecuadas para la recolección.

Para resolver este problema surgió un nuevo prototipo de cosechadora denominado tipo “Stripper” que posee una plataforma integrada por puntones que peinan y arrancan las cápsulas. Entre otras ventajas, este sistema puede tener además integrado un sistema de pre limpieza para disminuir el porcentaje de desechos previo al desmote.

Del parque total de cosechadoras en la Argentina (962), un 60% pertenece al sistema “stripper” y el 40% restante al “picker” (MAGYP-INTA 2011).

La principal desventaja que tiene el sistema “stripper” es el mayor porcentaje de impurezas que suelen cosecharse a diferencia de cosechas manuales o tipo “picker”. Debido a esto, las desmotadoras han tenido que adaptarse, mediante incorporación de sistemas limpiadores combinados en el desmote para la extracción de palos y carpelos y extractores de hojas e impurezas finas (Paytas y Ploschuk 2013).

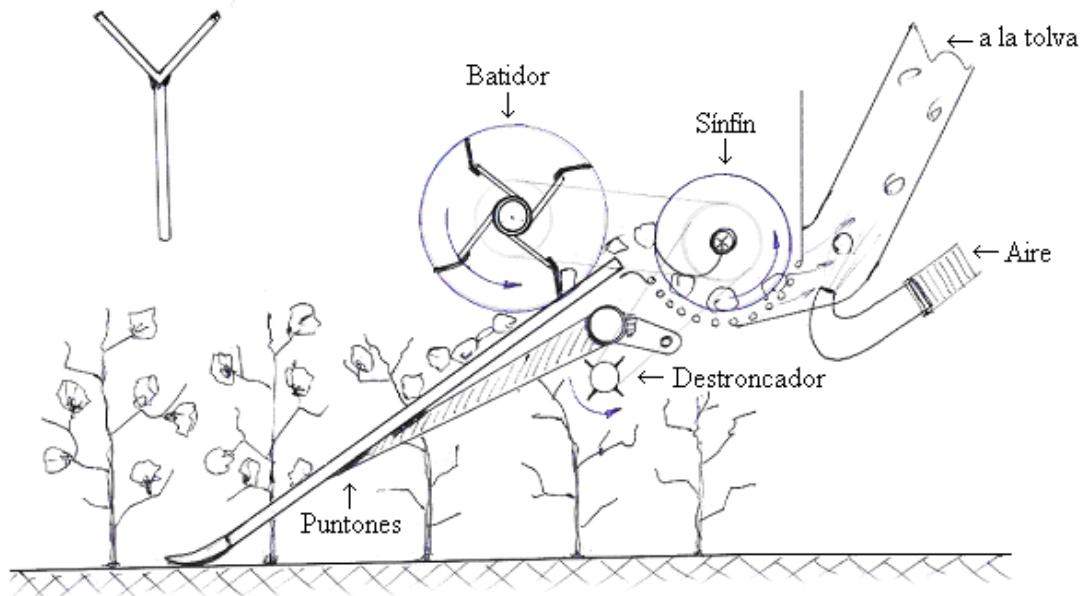
### **Clasificación de Equipos Cosechadores**

Los equipos de cosecha se pueden clasificar en función del sistema de propulsión y de los sistemas de recolección, teniendo así equipos autopropulsados con sistema picker o stripper y de arrastre también con ambos sistemas.

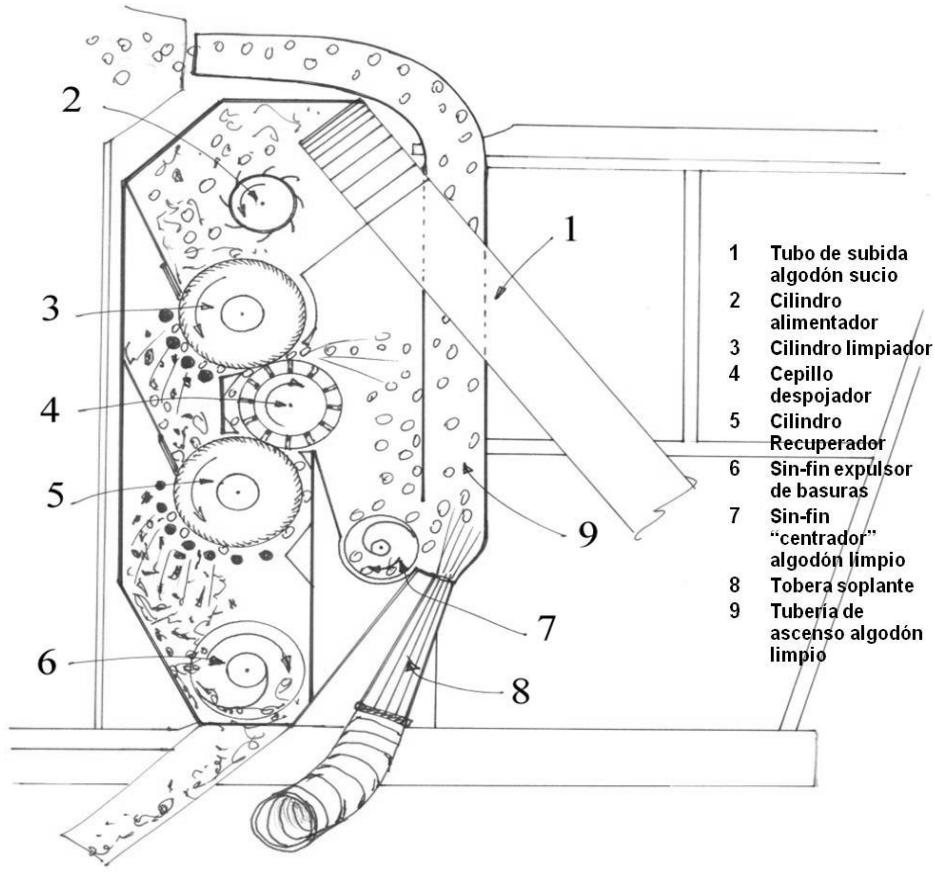
El sistema “picker” está integrado por cuerpos cosechadores con dos tambores giratorios por surco. Dichos tambores son regulables en altura y giran sobre sus ejes verticales en sentidos contrarios; contienen husillos, que al girar sobre sus ejes, arrollan la fibra de las cápsulas al enfrentar las plantas. Tienen un ancho de trabajo de dos a seis surcos. Si bien era común encontrar este tipo de cosechadoras con distancia entre cuerpos fija, en la actualidad se encuentran equipos que permiten regular la distancia entre cuerpos (a 0,38 o 0,76 m) y de este modo pueden cosechar cultivos bajo sistema de surcos estrechos. Actualmente existen también en el mercado cosechadoras picker de arrastre. Esto representa una ventaja económica frente a la mayoría de estas cosechadoras, que son autopropulsadas y con altos costos de adquisición y mantenimiento.

El sistema “stripper” posee una plataforma regulable en altura constituida por puntones que “peinan” las plantas y arrancan las cápsulas. En la mayoría de los equipos autopropulsados estas plataformas de puntones han reemplazado a los cuerpos cosechadores de tambores y husillos. También se ha desarrollado en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Reconquista (Santa Fe, Argentina) un equipo “stripper de arrastre”, constituyéndose éste en una innovación a nivel mundial con patente en EEUU. Su nombre popular es “Javiyu” (que significa “capullo” en el idioma guaraní). Esta última es de bajo costo de adquisición y mantenimiento.

Las cosechadoras “stripper” pueden tener incorporados equipos de prelimpieza instalados con el fin de disminuir el contenido de impurezas en el algodón en bruto y de esta manera mejorar el rendimiento al desmote.



**Figura 1:** Detalle del cabezal de cosecha de una cosechadora de algodón tipo arrancadora o “stripper”. Fuente: Orlando Pilatti. Paytas y Ploschuk (2013).



**Figura 2:** Detalle del limpiador de cosecha de una cosechadora de algodón tipo “stripper” o arrancadora. Fuente: Orlando Pilatti. Paytas y Ploschuk (2013).

## Usos del algodón y parámetros de calidad

### Productos y subproductos

La obtención de fibra para uso textil es el objetivo principal de la producción de algodón. Su comportamiento manufacturero y la calidad de sus productos es función de un gran número de parámetros que se usan para caracterizar las principales características tecnológicas. Si bien la fibra es la columna vertebral de la cadena agroindustrial del algodón, es importante también la obtención de los subproductos que poseen múltiples usos.

A través del desmote (etapa de transformación agroindustrial), el algodón en bruto cosechado es procesado para separar la fibra de la semilla. Una vez separada la

fibra, se prensa en fardos de 180 a 250 kg para su comercialización en el mercado doméstico e internacional.

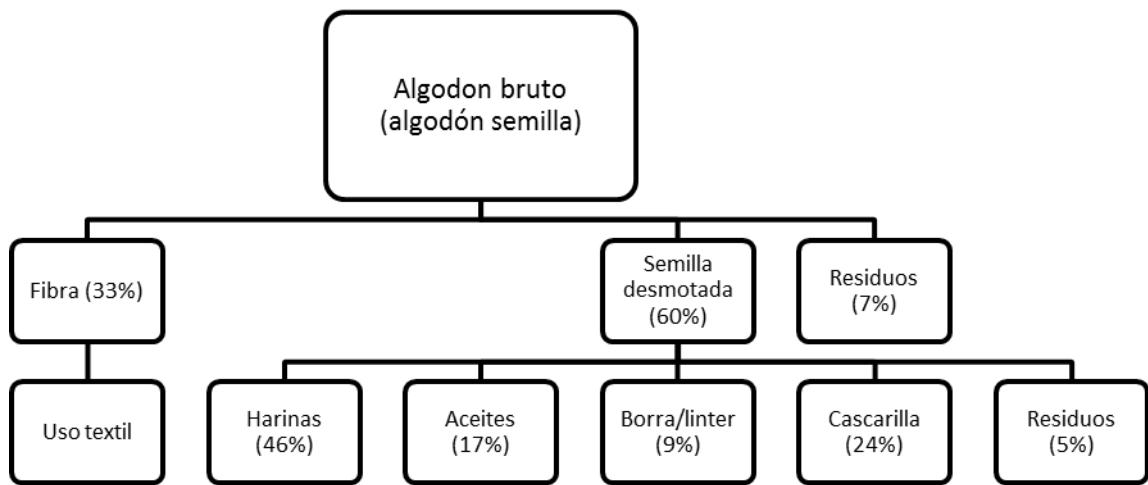
Entre los subproductos de la semilla de algodón (**Figura 3**) se encuentran: el linter, la cáscara y el núcleo.

El *linter*, conformado por las fibrillas que quedan luego del desmotado, es una fuente de celulosa muy importante, el cual debe ser removido de la semilla y empacado como si fuera un fardo de algodón; su uso es generalmente como algodón hidrófilo, ya que es un material limpio comparado con la fibra.

La *cáscara* es una fuente de proteínas en la alimentación de animales (pellets), actuando en las raciones como elemento activo y no como elemento inerte para lograr volumen.

El *núcleo* presenta el mayor potencial, ya que de allí se obtiene aceite y harina. El nivel de fibra cruda del algodón es significativamente más elevado (en un 8%) que el de la soja y los contenidos de proteína son ligeramente más bajos (5-10%). La degradabilidad de las proteínas en rumiantes es similar a la del maní, la soja o la canola.

En la Argentina, el aceite extraído no se usa en forma pura para el consumo humano, pero es de gran utilidad en la elaboración de mezclas. El principal problema en el aceite de algodón es la presencia de gosipol y la fuerte coloración que le otorga. Todas las semillas de algodón contienen gosipol, un pigmento natural polifenólico localizado en las glándulas pigmentarias de la planta. La presencia de gosipol le da a la planta protección contra depredadores, pero limita la concentración máxima de los subproductos de algodón que se pueden utilizar en la formulación de las raciones para animales. En la semilla de algodón la proporción de gosipol fluctúa entre 0,4 y 2%, dependiendo de la especie o variedad, la fertilización, la presión de plagas y las condiciones ambientales. (Paytas y Ploschuk 2013).

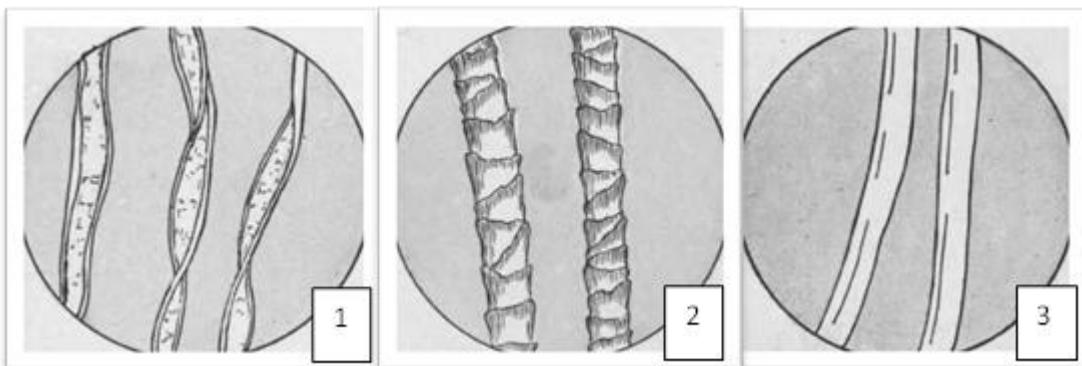


**Figura 3:** Productos y subproductos del algodón semilla. Paytas y Ploschuk (2013).

## Parámetros de calidad

### Características de fibra

Cada fibra de algodón es una estructura celular simple y elongada que se desarrolla en las capas externas de la semilla de algodón. La fibra de algodón madura es hueca y posee paredes celulares secas. Cuando la fibra se seca, la estructura tubular colapsa y se retuerce formando *fibras convolutas*, a diferencia de otras fibras naturales (**Figura 4**).



**Figura 4:** Comparativo de estructuras de fibra de algodón (1), fibra de lana de oveja (2) y fibra de seda (3).

## Calidad de fibra

La evaluación de la calidad y la clasificación comercial de la fibra del algodón en la Argentina se realiza popularmente a través del método tradicional del “clasificador”. Este sistema no utiliza ningún instrumental de medición y tiene una fuerte componente subjetiva de aplicación de criterios para clasificar los tres siguientes factores:

1. El **grado**, que tiene en cuenta el color, las materias extrañas y la preparación. El color varía desde blanco cremoso a blanco grisáceo. Las materias extrañas suelen ser un gran problema, especialmente cuando se cosecha con máquinas “stripper” sin pre-limpieza o cuando el cultivo no se encuentra en condiciones óptimas al momento de la cosecha (carente de una buena defoliación y desecación, con frutos inmaduros o rebrotos). En cosechas tardías, se observa la presencia de materias extrañas en gran magnitud. La preparación describe la suavidad o aspereza con la que ha sido desmotada la fibra. La presencia de “neps” (nudos pequeños), fibras cortas o retorcidas ocurre generalmente ante un mal proceso de desmote. El grado tiene una escala oficial de clasificación: A, B, C, C1/2 D1/2, E, F, en orden decreciente de calidad.
2. El **largo de fibra** es una estimación de la longitud según el juicio del clasificador.
3. El **carácter** involucra características de la fibra como uniformidad del largo, resistencia, finura, sedosidad y cuerpo, categorizándose como bueno, regular y malo.

Por otra parte, numerosos países productores de algodón ya tienen incorporado como práctica habitual el uso de instrumental de medición de calidad de fibra de cada fardo que se vende. Con el uso de instrumental se miden de manera objetiva aquellos atributos físicos de la fibra de algodón que afectan la calidad del producto terminado y/o la eficiencia manufacturera. Los primeros Instrumentos de Alto Volumen (“High Volume Instrument”) conocidos como HVI, surgieron en Estados Unidos en la década del 70 y actualmente se usan para evaluar los parámetros de calidad de fibra de una manera rápida y precisa. La clasificación consiste en determinaciones de longitud de fibra, uniformidad de la longitud, resistencia, Micronaire, color, preparación, hojas y materias extrañas.

Una vez realizadas dichas determinaciones con HVI la fibra de algodón se evalúa según su calidad comercial (USDA, 1999). En la Argentina, se dispone de Patrones Oficiales de Calidad Comercial de Fibra de Algodón, compuestos por los siete grados anteriormente citados (A, B, C, C1/2, D, E y F), correspondiendo la mayor calidad al grado A y la más baja al F. Estos patrones son renovados cada cuatro años, adaptándolos a las calidades representativas de las últimas campañas algodoneras argentinas.

1. La **longitud de la fibra** es la longitud promedio de la mitad más larga de las fibras (longitud media de la mitad superior). La longitud de la fibra es

fundamentalmente determinada por la variedad, pero la exposición de las plantas de algodón a temperaturas extremas, deficiencias de agua o de nutrientes durante los primeros 20 días después de floración, puede acortar la longitud (Haigler, 2010). Una limpieza y/o un secado excesivo en la desmotadora pueden también determinar una longitud de fibra más corta (**Cuadro 3**). La longitud de la fibra afecta la resistencia del hilado, como también su regularidad y eficiencia en el proceso de hilatura

2. La **uniformidad** de la longitud es la relación entre la longitud media promedio y la longitud media de la mitad superior de las fibras, y es expresada como un porcentaje. La uniformidad de la longitud afecta la regularidad y la resistencia del hilado, como también la eficiencia del proceso de hilatura. Está relacionada además con el contenido de fibra corta, por lo que un bajo índice resulta indicador de esta característica que produce dificultades en el procesamiento y reducciones en la calidad.

3. La **resistencia** es la fuerza en gramos requerida para romper una cinta de fibra de un tex de tamaño. Una unidad tex es igual al peso en gramos de 1.000 metros de fibra (**Cuadro 3**).

4. El **Micronaire o grosor de fibra** es un índice de finura y madurez de la fibra. Las mediciones de Micronaire pueden ser influidas durante el período de crecimiento entre los 20 y 60 días después de floración por condiciones ambientales como estrés hídrico, altas temperaturas, baja radiación solar, deficiencias en nutrientes (**Cuadro 3**).

5. El **color** es el factor fundamental para la determinación del grado, existiendo cinco grupos primarios de colores (blanco, manchado, teñido, amarillo y gris). El color del algodón es determinado con instrumental por el grado de reflectancia (Rd) y amarillez (+b). El color de las fibras de algodón puede ser afectado por lluvias, heladas, insectos y hongos, y por manchado a través del contacto con partes verdes de la planta o el suelo. Esta situación ocurre en algodones que se cosechan y se almacenan temporariamente en el mismo lote en contacto con el suelo, situación muy común actualmente en la Argentina. La aparición en el mercado de máquinas cosechadoras con sistemas enfardadores solucionaría este problema. Por otro lado, a medida que el color del algodón se deteriora debido a condiciones ambientales, aumenta la probabilidad de reducir la eficiencia del proceso. El deterioro del color también afecta la capacidad de las fibras para absorber y retener tinturas y acabados.

6. La **impureza** es una medida de la cantidad de otros materiales que no sean fibra en el algodón, tales como hojas y corteza provenientes de la planta de algodón y, tal como se explicó anteriormente, está muy relacionado con el manejo agronómico realizado.

**Cuadro 3:** Estándares argentinos para parámetros de longitud, resistencia y micronaire de fibra de algodón. Fuente: INTA (1998). Paytas, M.; Ploschuk, E. (2013).

	Longitud (mm)	Resistencia (g/tex)	Micronaire
Muy alto	>30,0	>31	>5,0
Alto	29,1 a 30,0	29 a 31	4,6 a 5,0
Medio	27,1 a 29,0	24 a 28	3,7 a 4,5
Bajo	26,0 a 27,0	22 a 23	3,2 a 3,6
Muy bajo	<26,0	<22,0	<3,2

## Generación del rendimiento y su calidad

### Crecimiento y desarrollo

El crecimiento del algodonero está obviamente asociado con la tasa de acumulación de materia seca. La acumulación de materia seca, en un periodo determinado, es el producto de la tasa de crecimiento por la duración de la etapa considerada. La duración está determinada por la tasa de desarrollo que puede ser modulada por diversos factores. Algunas prácticas de manejo agronómico tienen como objetivo maximizar la captación de los recursos disponibles para el cultivo, tal como ocurre con la implementación de estructuras de cultivo con surcos estrechos y altas densidades y su aprovechamiento de la radiación solar interceptada.

El desarrollo del cultivo de algodón está conformado por la 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.

Tanto el desarrollo morfológico como la acumulación de biomasa son importantes contribuyentes al rendimiento y madurez (Mason, 1922; Hearn, 1969a; Hearn, 1969b; Guinn, 1982; Hearn y Constable, 1984). Numerosos son los trabajos realizados que analizan el crecimiento y desarrollo del algodón con un enfoque en los procesos fisiológicos (Hearn y Constable, 1984) y en el desarrollo morfológico (Oosterhuis, 1999).

Así, la temperatura es el principal factor ambiental que controla la duración de las diferentes etapas de desarrollo del algodón. El desarrollo temprano es altamente dependiente de las temperaturas (Constable, 1977). La tasa de desarrollo es

función directa y lineal de la temperatura desde una temperatura base hasta una óptima. La inversa de la pendiente de dicha relación constituye la estimación del tiempo térmico que la etapa requiere. El concepto de tiempo térmico ha sido ampliamente utilizado para predecir la duración de diferentes estados de desarrollo en distintos cultivos (Constable y Shaw, 1988) tal como se observa en el Cuadro 3.3.6. En algodón, los factores fotoperíodo y vernalización no juegan un rol significativo debido a la escasa o nula respuesta a los mismos.

En el algodón se pueden diferenciar tres grandes etapas: Vegetativa (0 a 35 días después de la emergencia, DDE), Reproductiva (35 a 90 DDE) y Madurez (90 a 140 DDE) tal como se observa en la **Figura 5**.

**1. Etapa vegetativa.** Comienza con la germinación de la semilla, continúa durante la expansión de los cotiledones la formación de hojas verdaderas, y se prolonga hasta la aparición del primer pimpollo. Las prioridades de la planta en esta etapa son el crecimiento de la raíz con una distribución jerarquizada de carbohidratos hacia ese órgano, determinando así una mayor exploración del suelo. Esta etapa dura hasta alrededor de 35 días desde la siembra. Se puede diferenciar a su vez en dos fases:

**Germinación – emergencia:** La germinación de la semilla ocurre a través de cuatro fases hasta su emergencia: 1- imbibición, 2- movilización de reservas de la semilla (lípidos y proteínas cotiledonares), 3- extensión de la radícula y 4- emergencia del hipocótilo y los cotiledones sobre la superficie del suelo, con el cambio de dependencia metabólica en componentes de reserva de la semilla a la capacidad fotosintética autótrofa (Bradlow y Bauer, 2010). Los factores ambientales que afectan la duración de esta fase son la temperatura, la disponibilidad hídrica, la profundidad de siembra y las condiciones de suelo (compactación, rizósfera, patógenos, entre otros). La temperatura del suelo regula básicamente los procesos de germinación y emergencia, siendo 14°C la temperatura base para la germinación y establecimiento del cultivo (Constable and Shaw, 1988). En esta fase, el algodón es muy sensible a las bajas temperaturas y a la baja disponibilidad de oxígeno. Se observan daños morfológicos desde los 5 a 10 días luego de la siembra cuando las temperaturas son menores a 10°C. Dependiendo de los factores anteriormente mencionados, esta fase puede tardar entre 4 y 10 días en fechas y condiciones normales de siembra.

**Emergencia – primer pimpollo:** En esta fase, gran parte de los asimilados son destinados para el crecimiento radical. La temperatura sigue jugando un rol fundamental en el desarrollo de la planta. La temperatura óptima de esta fase está entre 25° y 30 °C. Con las temperaturas registradas en la zona algodonera argentina, durante esta fase el algodón requiere entre 3 y 4 días para desarrollar cada nuevo nudo sobre el tallo principal. Esta fase dura aproximadamente entre 25 y 35 días.

**2. Etapa reproductiva.** Comienza con la aparición del primer botón floral (también llamado pímpollo), y continúa con la aparición de flores hasta terminar con el “corte” fisiológico, “Cut Out” o fin de “floración efectiva” que ocurre cuando la última flor a ser cosechada es fecundada (**Figura 6**). Esta etapa dura desde los 35 días hasta los 90 después de la siembra aproximadamente.

**Primer pímpollo – primera flor:** el algodón al inicio de esta etapa posee aproximadamente 8 a 9 nudos. La duración de la etapa es de 25 – 30 días. Las prioridades fisiológicas son la elongación del tallo, el inicio de la expansión foliar; la construcción de un índice de área foliar crítico y la formación de botones y ramas fructíferas.

En esta etapa se produce la elongación de los tallos por incrementos del largo de los entrenudos. La temperatura sigue siendo el factor de mayor incidencia en el crecimiento y desarrollo de la planta, cuyo rango óptimo se encuentra entre 25 y 40 °C mientras que la temperatura base es de 15 °C.

Durante la etapa reproductiva, la formación de órganos fructíferos sigue un patrón definido, ellos se agrupan en intervalos de floración horizontal y vertical (Kerby, 1981). A partir del primer pímpollo y cada 3 días ocurre la aparición de una nueva estructura fructífera sobre el tallo principal (intervalo vertical), siempre desde la base hacia el ápice. Estas se denominan “*primera posición*” sobre el tallo principal. De la misma manera, cada 6-7 días aparecen nuevas estructuras fructíferas sobre una misma rama reproductiva (intervalo horizontal). Estas se denominan sucesivamente *segunda posición*, *tercera posición*, etc. (Kerby y Burton, 1981). Esta secuencia en días calendario se observa en la **Figura 6**.

La formación de las ramas fructíferas se da a partir del sexto nudo, dependiendo del genotipo. Siempre hay una hoja asociada a la formación de un nuevo nudo, tanto en el tallo principal como en las ramas fructíferas (Constable, 1980a y b). En términos estrictos, cada rama reproductiva produce un solo nudo que termina con una hoja y una posición fructífera. Debido a su disposición simpodial, de la yema de esa hoja surge una nueva rama que se desarrolla del mismo modo que la anterior, y así sucesivamente a lo largo de lo que constituye toda la rama fructífera.

La rama vegetativa monopodial de la base tiene la capacidad potencial de generar las mismas estructuras vegetativas y reproductivas que las producidas por el tallo principal. No obstante, la prioridad jerárquica en la planta es muy baja en esta rama, acentuándose aun más en los sistemas de alta densidad y surcos estrechos. Por lo tanto, la contribución de esta rama al rendimiento del cultivo se considera actualmente despreciable.

En esta fase, los productos de la fotosíntesis son destinados en gran medida al crecimiento y formación de tallos, ramas y hojas y una pequeña parte al crecimiento radical.

**Primera flor – fin de floración efectiva:** al inicio de esta fase la planta posee alrededor de 15 nudos. Después de la aparición de la primera flor, la velocidad de

formación de nuevos nudos sobre el tallo principal se ve afectada por la competencia por asimilados ejercida por las formaciones fructíferas ya formadas. En este estadio ocurre la máxima intercepción de la radiación solar y se maximiza el balance de carbono. El crecimiento vegetativo y reproductivo es simultáneo, lo cual incrementa la competencia entre órganos por los fotoasimilados. Aquí, las primeras posiciones fructíferas cercanas al tallo principal tienen mayor jerarquía y son prioritarias sobre el resto (Constable, 1980), determinando de esta manera la estructura piramidal que caracteriza a la planta de algodón (**Figura 6**). En esta etapa, el 60 % de los fotoasimilados se destina a las cápsulas en crecimiento. Por esta razón, el crecimiento vegetativo se ve reducido, tanto en la elongación de los entrenudos como en la formación de nuevos nudos, ya que gran parte de la energía captada es utilizada para el crecimiento de la cápsulas (Constable, 1980).

La flor es de color blanco durante el primer día de apertura. En ese momento el polen llega al estigma, se produce la germinación y crecimiento del tubo polínico y la fecundación del óvulo. Una vez producida la fecundación, los pétalos cambian a un color rojo o rosado, para caer tiempo después. En esta etapa comienza el crecimiento de las cápsulas. La floración dura aproximadamente entre 25 y 30 días, y se alcanza el fin de la floración efectiva (**cut out**), cuando por encima de la última flor blanca en primera posición solo hay cinco nudos.

Una vez formadas, las cápsulas en crecimiento tienen prioridad jerárquica en el uso de los asimilados sobre el resto de las fructificaciones. A medida que la carga de las cápsulas aumenta, la disponibilidad de asimilados para los frutos jóvenes decrece. Se debe tener en cuenta que, durante esta etapa, los asimilados no son utilizados para formar nuevos nudos y hojas, por lo que la ganancia de carbono no se incrementa. Con respecto al porcentaje de abortos (comúnmente llamado derrame) de las fructificaciones por causa del déficit de asimilados, se puede señalar que las pequeñas cápsulas (de no más de 10 días) son las más sensibles al derrame y les siguen en orden decreciente los pimpollos grandes, pimpollos pequeños, y finalmente las cápsulas grandes (de más de 10 días). Este orden de prioridad está principalmente determinado por la posición de la estructura reproductiva en la planta con respecto al tallo principal.

**3. Etapa de madurez.** Tiene una duración aproximada de 6-7 semanas, desde los 90 días hasta los 140 días desde la siembra.

**Fin de floración efectiva – cosecha:** Comienza con el denominado corte fisiológico o “cut out” o fin de floración efectiva y finaliza al momento de la cosecha. La prioridad de la planta en este momento es el llenado de los últimos frutos o cápsulas. Además, ocurre la apertura de cápsulas, la maduración de la fibra y la senescencia de las hojas.

Para cada cápsula en particular, en esta fase se pueden diferenciar tres sub-fases principales. El crecimiento, la maduración y la apertura de las mismas. El crecimiento de cada cápsula dura aproximadamente de 20 a 25 días. Por otra parte, el activo crecimiento de las semillas actúa como un gran destino de asimilados. Una vez alcanzado el tamaño máximo de las cápsulas, la madurez de

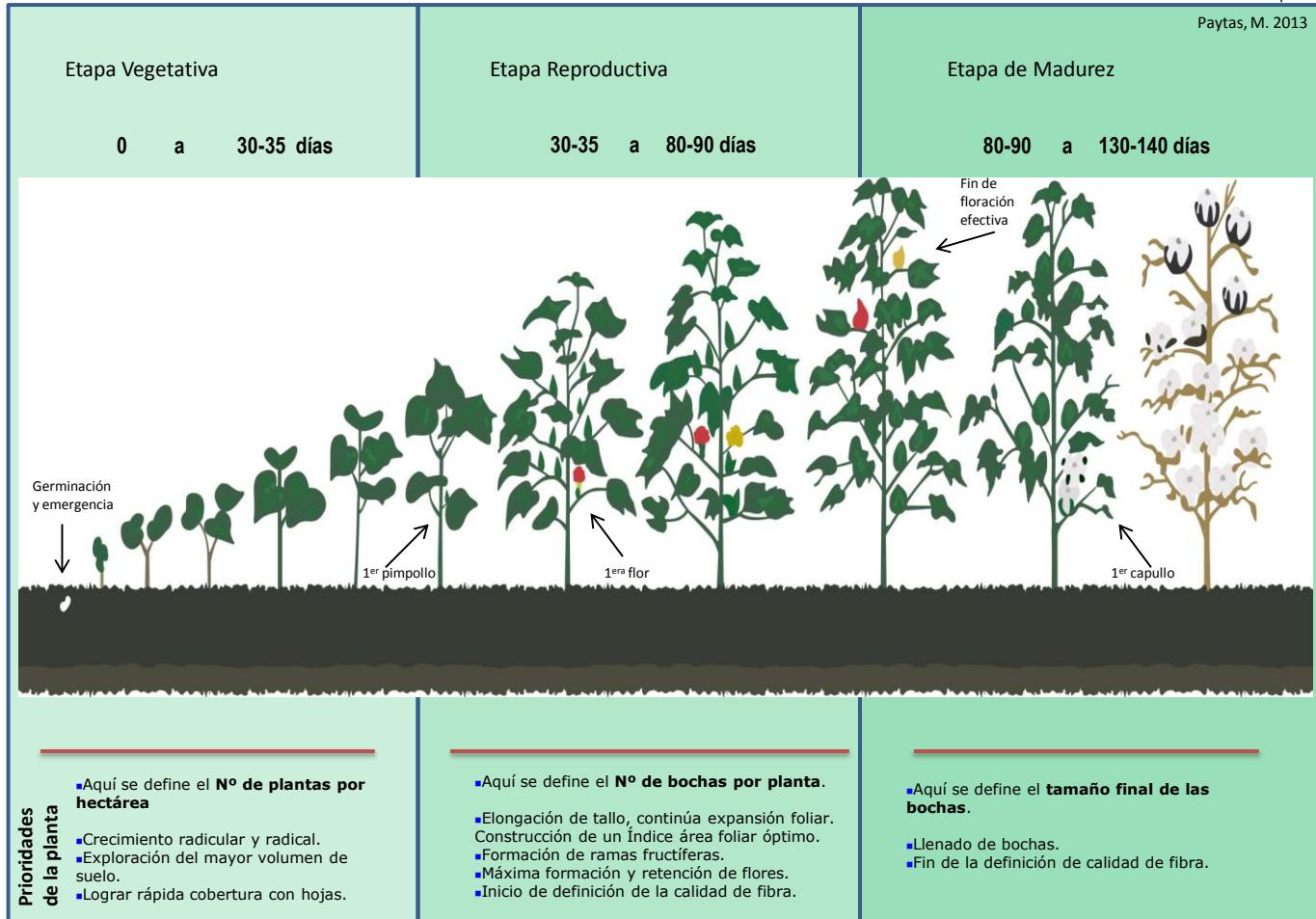
las mismas se produce entre 28 y 30 días, luego de los cuales se produce su apertura. En esta fase, es muy importante la disponibilidad de alta radiación asociada con una baja humedad relativa del ambiente para favorecer el quebrado y apertura de los capullos. El rango óptimo de temperaturas es de 27° – 30°C, con una temperatura base de 12°C (Paytas y Ploschuk, 2013).

## Etapas fenológicas del cultivo de algodón

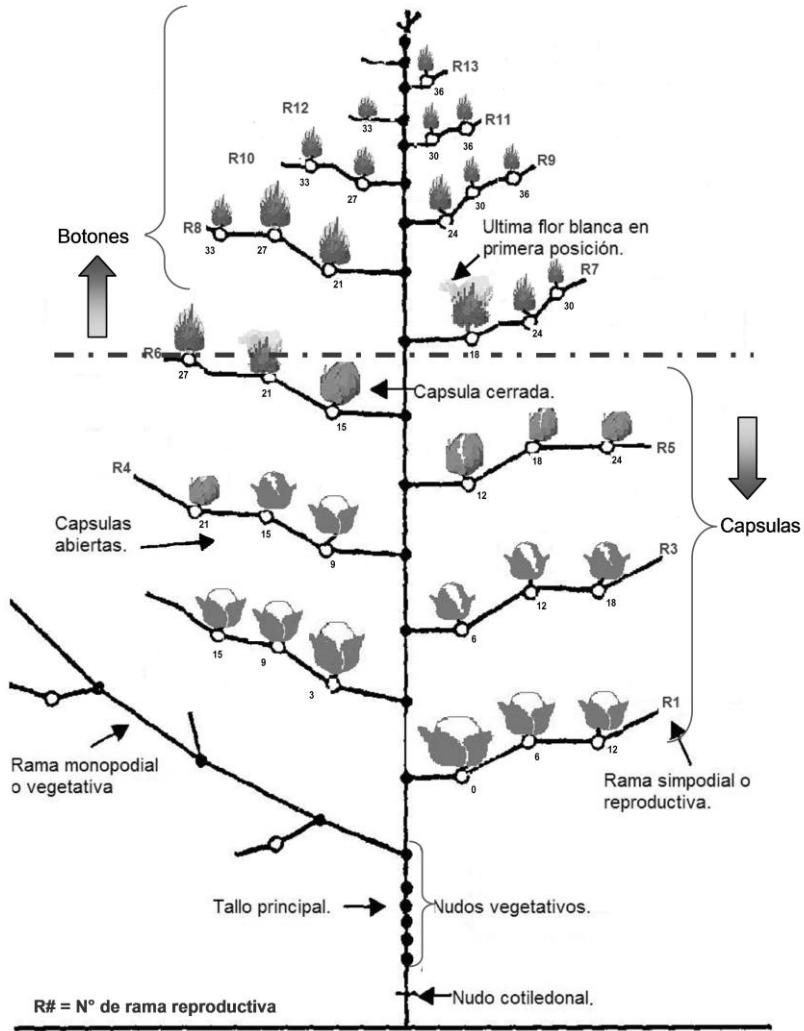


EEA Reconquista

Paytas, M. 2013



**Figura 5:** Esquema descriptivo de las etapas fenológicas del algodonero: vegetativa, reproductiva y madurez. Paytas, M.; Ploschuk, E. (2013).



**Figura 6:** Esquema de la planta de algodón con el tallo principal, las ramificaciones monopodiales y simpodiales, las estructuras reproductivas (botón floral o pimpollo, flores y cápsulas) y sus intervalos de floración vertical y horizontal, medidos en días calendario. Paytas, M.; Ploschuk, E. (2013).

## Efecto de la temperatura sobre las fases de desarrollo

La **temperatura** es el factor de mayor importancia en el desarrollo de las etapas del cultivo. La etapa fenológica que va desde emergencia a primer pimpollo es muy sensible a la variación en temperaturas, de allí que la decisión de una fecha de siembra óptima es de gran importancia. A temperaturas menores a 12°C (temperatura base) el desarrollo del algodonero se detiene. En términos generales, por cada semana de retraso en la fecha de siembra optima, ocurre una disminución de 2-3 días en dicho periodo (emergencia a primer pimpollo) como consecuencia de una mayor tasa de desarrollo, afectando el rendimiento final (Constable, 1976). Desde primer pimpollo a floración el efecto de la temperatura es significativo, sin embargo, es menos sensible al retraso en la fecha de siembra.

Por cada semana que se retrasa la fecha de siembra óptima, este periodo fenológico se reduce en 0.4 días, siendo menos significativo el efecto negativo en el rendimiento (Constable, 1976).

Las variedades que actualmente se usan en la Argentina (Bt, RR) tienen gran capacidad de retener un mayor número de órganos fructíferos. De allí la importancia de la temperatura y la fecha de siembra óptima para lograr gran producción de asimilados es estadios iniciales, indispensable para llevar ese mayor número de frutos retenidos en la planta a cosecha y producir un incremento significativo del rendimiento de fibra (Paytas y Ploschuk 2013).

**Cuadro 4: Tiempo térmico (TT)** promedio acumulado que se requiere para lograr cada una de las etapas fenológicas del cultivo del algodón en un experimento puntual realizado en Australia. Tº base: 12ºC (Constable y Shaw, 1988).

Etapa del cultivo	TT (ºC día)
Emergencia	80
Cinco hojas verdaderas	330
Primer pimpollo	505
Primera flor	777
Pico de floración	1302
Primera cápsula abierta	1527
60 % de cápsulas abiertas	2050

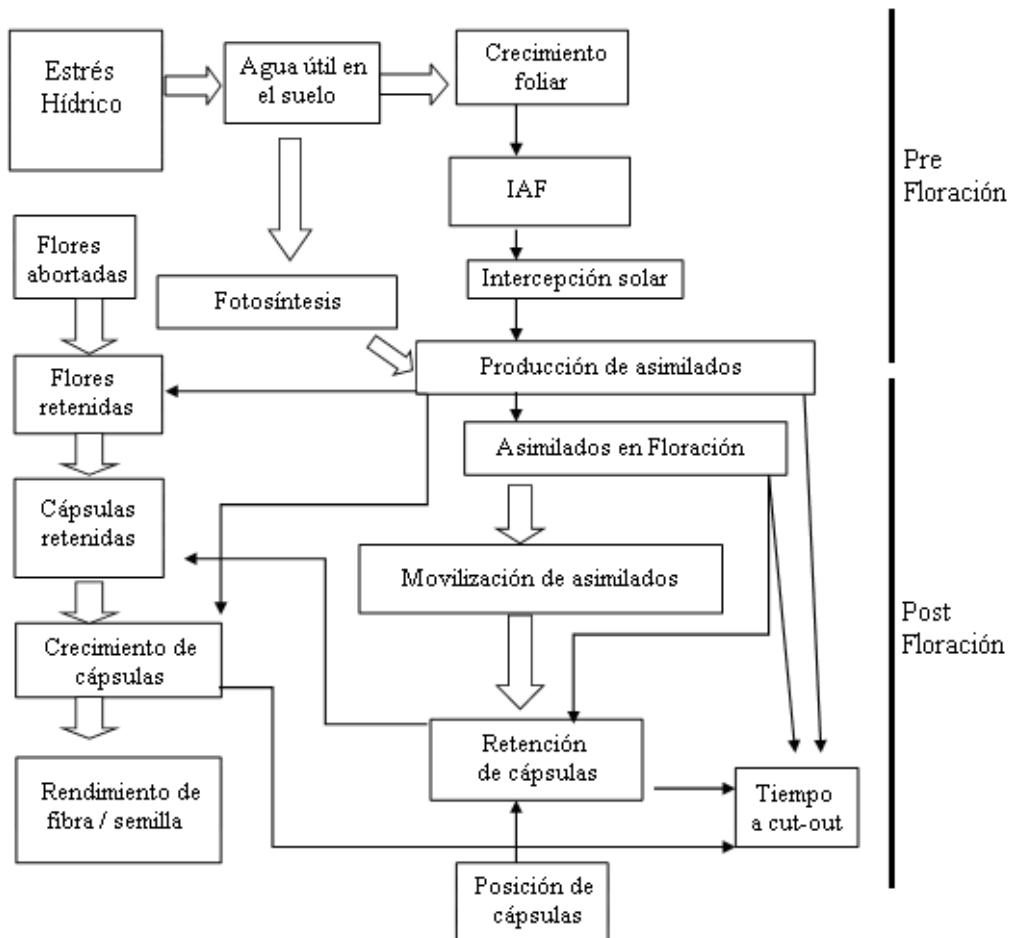
## Componentes del rendimiento y factores que afectan el crecimiento.

La tasa de crecimiento del cultivo de algodón, al igual que en otros cultivos, está definida como la acumulación de materia seca por unidad de superficie y de tiempo. Esta relación se puede expresar como el producto entre la cantidad de radiación incidente, la proporción de dicha radiación que es interceptada y la eficiencia con la que el cultivo utiliza la radiación interceptada para producir materia seca. De esta manera, variaciones de estos factores afectan directamente a los componentes del rendimiento conformados principalmente por el número de cápsulas por unidad de superficie y la cantidad de fibra por cápsula. El primero

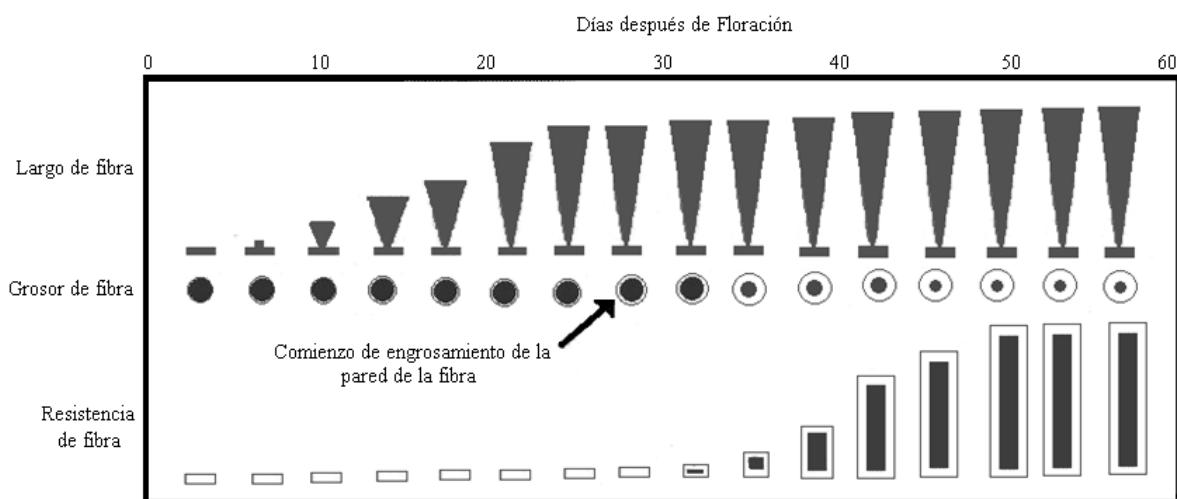
está marcadamente influenciado por el número de plantas por unidad de superficie, mientras que el segundo se relaciona con el peso individual de las cápsulas (Hearn y Constable, 1984). El número de sitios fructíferos y la tasa de producción de los mismos están en relación de dependencia directa con el crecimiento vegetativo y la relación entre ramas simpodiales y monopodiales (Mauney, 1986). A diferencia de lo observado en cultivos de grano anuales, en los que la temperatura y el fotoperíodo son los únicos factores posibles que regulan la duración del tiempo a madurez, en algodón también influye el balance entre i) la oferta, ii) la demanda de asimilados de las capsulas en crecimiento y iii) la demanda de nuevos sitios potencialmente fructíferos. En consecuencia, este balance condiciona el número de capsulas que llegarán a cosecha y, por ende, el tiempo a madurez (Bange y Milroy, 2000). Las relaciones entre componentes del rendimiento, crecimiento y desarrollo del algodón se observan en la **Figura 7**.

En términos generales, la etapa de mayor requerimiento de recursos para lograr la retención de cada una de las estructuras reproductivas se encuentra centrada en su floración (10 días antes y después de la floración de cada estructura). Por lo tanto, el período crítico del cultivo para la determinación del número de bochas retenidas que llegarán a cosecha, se ubica en una ventana de tiempo comprendida entre 10 días antes de la apertura de la primera flor y 10 días después del fin de la floración efectiva (**cut out**). La duración aproximada de este período es de 45 días.

Así como existe un período crítico para la definición del número de bochas retenidas, existe también otro período crítico para la definición de la calidad de fibra del algodón. Esta comienza a definirse a partir del momento de floración (**Figura 8**). Entre los 20 y 30 días luego de la floración se define el largo de la fibra. Sin embargo, el grosor y la resistencia son dos parámetros que se definen entre los 30 y 60 días después de la floración. Durante estos períodos, tanto el estrés biótico como el abiótico afectan dichos parámetros de calidad. No obstante, la calidad de la fibra es menos sensible al impacto de las altas temperaturas, en comparación con el impacto que tiene esta variable sobre su rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), debido al drástico incremento en el número de abortos de flores.



**Figura 7:** Diagrama de los componentes de rendimientos y los factores que afectan el crecimiento y desarrollo del algodón y sus interrelaciones. Adaptado de Paytas 2010.



**Figura 8:** Etapa crítica para la definición de los parámetros de calidad de la fibra: largo, grosor y resistencia. Paytas, M.; Ploschuk, E. (2013).

La **radiación solar** que recibe el cultivo del algodón en sus etapas fenológicas (especialmente antes de floración), es un requerimiento fundamental, ya que **puede afectar tanto el rendimiento final de fibra como su calidad**. La capacidad del cultivo para interceptar la radiación solar está determinada por el índice de área foliar (Hay y Walker, 1989). Se ha reportado que índices mayores a 3 interceptan la máxima cantidad de radiación necesaria para optimizar la tasa de crecimiento del cultivo (Ashley *et al.*, 1965; Hearn, 1972; Constable, 1977). Así, cultivos de algodón bajo riego pueden llegar a índices de área foliar de 5 con rendimientos cercanos al potencial (Heilholt, 1994). Sin embargo, Constable (1977) encontró que valores tan altos de área foliar como este último, lograrían afectar negativamente los rendimientos, causando abortos en las posiciones fructíferas basales de la planta por efecto de sombreado de las hojas de sectores medios y superiores del canopeo.

Por otra parte, aquellos cultivos que crecen en ambientes con mayor radiación solar disponible tienen mayor capacidad fotosintética y carbono asimilable, comparados con aquellos que crecen con baja radiación solar disponible (Patterson *et al.*, 1977). En consecuencia, aquellos ambientes con baja radiación solar (días nublados sucesivos) pueden afectar directamente la producción de asimilados, con reducciones tanto en el rendimiento como en la calidad de fibra (Pettigrew, 1994).

La **disponibilidad hídrica**, como en todos los cultivos, es de vital importancia, debido a que el contenido de agua útil en el perfil de suelo condiciona el estado hídrico de la planta. Pero es a partir de ambas variables que se puede establecer si el cultivo está atravesando alguna etapa de estrés hídrico.

De acuerdo con el momento de ocurrencia del déficit hídrico (debido a la baja frecuencia e intensidad de las precipitaciones), el efecto en el rendimiento suele variar. Existen antecedentes que revelan pérdidas de hasta  $20 \text{ kg ha}^{-1}$  de fibra por cada día en que la planta se encuentra en condiciones de estrés hídrico (considerando menos del 50% de agua útil en el perfil de suelo). Si el periodo de estrés ocurre tempranamente, puede afectar el establecimiento homogéneo del cultivo (emergencia de un menor número de plántulas que el esperado) y provocar pérdidas o abortos de los pimpollos y reducción en el número de ramas fructíferas. Cuando el periodo de estrés hídrico ocurre hacia fines del ciclo del cultivo, durante la maduración y llenado de frutos o bochas, se ve afectado el tamaño y peso individual, con efectos negativos en el rendimiento y calidad (Paytas *et al.*, 2012).

El exceso de agua o anegamiento también es muy perjudicial. Si ocurre en etapas tempranas, afecta el establecimiento del cultivo, y hacia finales del ciclo deteriora notablemente la calidad de la fibra con pérdidas muy significativas puntualmente cuando las bochas han abierto y madurado.

La **relación fuente destino** afecta considerablemente los componentes del rendimiento y la calidad de fibra.

Los genotipos actuales, en especial aquellos genéticamente modificados, tienden a generar un marcado desbalance de fuente-destino, debido a la gran capacidad de fijación de sitios fructíferos y menor periodo de acumulación de materia seca vegetativa. La introducción del algodón genéticamente modificado (GM) en los sistemas productivos, es un gran avance tecnológico que ha mejorado la tolerancia a plagas y enfermedades, como así también un mejor control de malezas (Fitt y Wilson, 2000; Constable, 2004). A pesar de estos grandes avances, cuestiones relacionadas con el manejo del agua tanto en condiciones de secano como en sistemas irrigados no han sido aún significativamente resueltas. El algodón es un cultivo proveniente de un ancestro perenne y xerofítico (Hearn, 1979), lo cual otorga ciertas ventajas en el uso del agua respecto a otros cultivos comerciales. Las variedades de algodón modernas tuvieron un cambio en la arquitectura de planta, en la distribución de frutos, con una mayor demanda de asimilados por parte de un mayor número de órganos reproductivos (Bange y Milroy, 2000). El entendimiento de la relación fuente-destino de asimilados resulta esencial para poder ajustar prácticas de manejo, como por ejemplo la fecha de siembra y los momentos de irrigación.

Durante el periodo vegetativo del cultivo, la producción de asimilados se incrementa a través del proceso de fotosíntesis. A medida que la planta continúa creciendo, la demanda de asimilados por parte de los diferentes órganos también se incrementa. De esta manera, se genera un balance entre la oferta y demanda de asimilados. El tiempo a madurez se encuentra determinado por la capacidad de la planta de continuar la producción de nuevos órganos vegetativos en relación a la demanda por parte de nuevos órganos reproductivos (Hearn, 1994). El número de cápsulas producidas se encuentra directamente afectado por el balance entre oferta y demanda de asimilados durante el ciclo del cultivo (Bange y Milroy, 2000). Esta afirmación es explicada por la hipótesis nutricional, en conjunción con la hipótesis de balance hormonal dentro de la planta.

La hipótesis nutricional resulta apropiada para explicar el cambio de los patrones de crecimiento durante la ontogenia del cultivo (Guinn, 1986). La producción vegetativa en el tallo principal y en las ramas reproductivas pueden continuar casi indefinidamente bajo condiciones ambientales favorables, debido a que el algodón es perenne y de naturaleza indeterminada, sin limitaciones morfológicas asociadas a su tamaño y desarrollo (Hearn, 1984). Sin embargo, existe un momento en el que la planta eventualmente detiene la producción de nuevas hojas y ramas reproductivas cuando llega al “cut-out” o fin de floración efectiva, como consecuencia del balance entre la oferta y demanda de asimilados (Hearn, 1994). La hipótesis hormonal se refiere a este proceso como el balance entre auxinas y giberelinas en la planta, e inhibidores promovidos durante el desarrollo ontogénico de las cápsulas, los cuales regulan la retención de las mismas (Eaton y Rigler, 1945). Ambas hipótesis no son mutuamente excluyentes (Guinn, 1998); por el contrario, se las integra al momento de entender la dinámica de retención de órganos fructíferos en la planta (Mauney, 1986).

La retención y distribución de cápsulas dentro de una planta es importante en la determinación del rendimiento final, y está asociado con la ubicación de los

asimilados producidos durante el crecimiento vegetativo de la planta. Si la disponibilidad de asimilados es adecuada para sostener el crecimiento de las cápsulas durante el período crítico, dichas cápsulas serán fijadas en la planta (Constable, 1991; Jenkins *et al.*, 1990). Sin embargo, cuando la demanda de los destinos en activo crecimiento (i.e. cápsulas) excede la oferta de asimilados, la fijación de las mismas será reducida (Guinn, 1998; Mason, 1922). No obstante, un canopeo significativamente mayor, capaz de proveer más asimilados a los órganos reproductivos, puede contribuir al aumento de los rendimientos (Heitholt *et al.*, 1992).

## **Manejo Agronómico**

Uno de los principales objetivos del manejo del cultivo de algodón es que éste capte la mayor cantidad de recursos disponibles, a través del manejo de fechas de siembra, densidades y distanciamientos, fertilización, reguladores de crecimiento y defoliación, entre otros.

### **Fecha de siembra**

Las fechas de siembra óptimas en la Argentina comienzan en el mes de octubre y se extienden hasta diciembre, variando según la zona en cuestión, de modo tal que la fecha se retrasa a medida que nos desplazamos hacia mayores latitudes. La decisión de siembra está en relación a lo anteriormente descripto de las temperaturas mínimas en la etapa de germinación-emergencia, como así también el solapamiento de las condiciones ambientales favorables con la etapa crítica de floración.

En las condiciones del NE chaqueño, se establecieron como siembras óptimas aquellas que se llevan a cabo desde mediados de octubre a mediados de noviembre. Con siembras más adelantadas, se observaron efectos negativos en el establecimiento del cultivo debido al efecto de las bajas temperaturas. Por el contrario, las siembras tardías realizadas en diciembre están expuestas a mayores regímenes térmicos. Así, se reducen de manera significativa las tasas de desarrollo, lo que determina una menor radiación interceptada acumulada en los períodos críticos. En consecuencia, se incrementa así el número de abortos fructíferos.

### **Densidad y arreglo espacial**

El rendimiento del cultivo de algodón responde a la densidad de manera asintótica, ya que el mismo se mantiene estable en un rango entre 100.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  en sistemas denominados de bajas densidades hasta 220.000 plantas

$\text{ha}^{-1}$  en sistemas de altas densidades. El efecto de la densidad de plantas en la calidad de la fibra suele ser variable y en muchos casos no significativa. El efecto de la distancia entre surcos suele ser más consistente que la densidad en el porcentaje de radiación interceptada y el índice de área foliar obtenido. No obstante, la estabilidad del rendimiento en respuesta a la densidad de plantas es principalmente afectada por la uniformidad (Constable, 1976). Aunque el rendimiento no se vea altamente afectado por las altas densidades, la estructura de las plantas individuales se modifica, ya que se ve incrementada la competencia por los recursos disponibles, obteniéndose plantas más pequeñas y una madurez anticipada (Bednarz *et al.*, 2000). Generalmente se asocia el incremento de densidades y reducciones de distancias entre surcos con el uso óptimo y anticipado de la radiación solar, nutrientes y agua.

Actualmente, un gran porcentaje del área de siembra del algodón en la Argentina ha sido implementado mediante el sistema de surcos estrechos ( $0,52 \text{ m}$  entre surcos) y altas densidades ( $200.000 \text{ plantas ha}^{-1}$ ). Una de las ventajas del sistema de cultivo en surcos estrechos y altas densidades, (actualmente tan difundido en la Argentina), está relacionada con el incremento de la radiación fotosintéticamente activa interceptada en las etapas tempranas de pre-floración. Así, la producción de hojas y el cierre del entresurco temprano incrementan la capacidad del cultivo de interceptar una mayor radiación (Roche, 2003). En etapas posteriores a la floración, los días nublados sucesivos con baja intensidad de radiación solar incidente afectan negativamente la retención de bochas pequeñas y posterior rendimiento (Paytas *et al.*, 2011a).

## **Manejo del crecimiento y desarrollo**

Es de fundamental importancia en surcos estrechos manejar el crecimiento a fin de lograr plantas con alturas de  $65$  a  $85 \text{ cm}$  y un número de nudos sobre el tallo principal de  $17$  a  $20$ , a fin de concentrar la producción en un breve período de tiempo (dos semanas desde primera flor) en las primeras posiciones de las ramas fructíferas y mejorar la eficiencia de cosecha.

Para realizar la regulación del crecimiento en forma adecuada se debe cumplir las siguientes pautas:

Desde el inicio del pimpollado, monitorear dos veces por semana la altura y el número de nudos a fin de determinar el largo de entrenudos (Altura/Número de nudos).

Aplicar regulador cuando el largo promedio de los entrenudos del tallo principal alcance los  $4,0 \text{ cm}$ .

Luego del final de floración efectiva (cut-out) aplicar dosis completa cada 15-20 días para evitar rebrotos muy perjudiciales en el momento de la cosecha. Se ha observado que estas aplicaciones también afectan el crecimiento de malezas tardías reduciendo la problemática de las mismas en cosecha.

## Nutrición

Entre los elementos de importancia cabe citar al nitrógeno, debido a que es un macronutriente esencial para el proceso de fotosíntesis, afectando directamente el proceso de expansión foliar y la producción de cápsulas. Por lo tanto, déficits nutricionales reducen las eficiencias de intercepción y de uso de la radiación, afectando la tasa de crecimiento del cultivo. Otros elementos como el fósforo y potasio son determinantes de la definición de la calidad de fibra.

La tasa de acumulación diaria del nitrógeno es de 0,6 a 5,7 kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en condiciones de secano, y entre 1,5 y 4,6 kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> bajo condiciones de riego. El pico de demanda se ubica desde inicio de floración hasta 50% de floración en el cultivo (Mullins y Burmester, 2010).

En el caso del potasio, la tasa total de acumulación es de 52 a 112 kg ha<sup>-1</sup> durante el ciclo completo del algodón en condiciones de secano, mientras que bajo riego alcanza valores entre 53 y 393 kg ha<sup>-1</sup>. El 36,5% de este elemento se destina a la formación de la pared de la cápsula y 18,4% a la semilla, de allí su importancia para mejorar parámetros de calidad. En el caso del fósforo la tasa total se encuentra alrededor de 8,2 a 72,3 kg ha<sup>-1</sup> (Rochester, 2007).

Al evaluar la interacción entre el efecto del riego y la fertilización nitrogenada en sitios del norte de la Provincia de Santa Fe (Argentina), resultó indispensable la aplicación de fertilización nitrogenada entre pimpollado y primera flor, además de una fertilización base a la siembra, para que el cultivo responda mejor a la disponibilidad hídrica (Paytas et al., 2011b). Así, la producción de materia seca total, materia seca vegetativa y particionada hacia órganos reproductivos se incrementó cuando el nitrógeno se aplicó en pre-floración, independientemente de la dosis. Esto estuvo asociado con una cobertura más temprana del entresurco en las parcelas con agregado de nitrógeno, interceptando el 95 % de radiación solar. En consecuencia, se generó una mayor oferta de asimilados disponibles para los órganos reproductivos, produciendo así mayores rendimientos (Heitholt, 1992). La retención total de cápsulas fue significativamente menor en el testigo sin agregado de nitrógeno en pre-floración, en comparación con los tratamientos de fertilización nitrogenada con al menos 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea. Sin embargo, el número de abortos de las mismas fue significativo en todos los tratamientos, posiblemente debido a bajas eficiencias de intercepción de radiación. En términos generales, el rendimiento de algodón se incrementó en 10,9 % con la aplicación de nitrógeno en

pre-floración y se debió a una mayor retención de cápsulas y no a incrementos en su peso (Paytas et al., 2011a).

**Cuadro 5:** Rango de concentración de nutrientes absorbidos por la planta de algodón al momento de cut-out y exportación de los mismos a través de la semilla; y porcentaje de exportación para lograr dos rendimientos objetivos (Rochester, 2007). Paytas, M.; Ploschuk, E. (2013).

Nutrientes	Absorbido hasta cut- out	Exportado (en semilla)	% Exportado por la semilla	
			1800 kg fibra ha <sup>-1</sup>	2400 kg fibra ha <sup>-1</sup>
Nitrógeno (kg ha <sup>-1</sup> )	64-403	39-168	52	46
Fósforo (kg ha <sup>-1</sup> )	18-43	14-28	69	60
Potasio (kg ha <sup>-1</sup> )	43-264	17-88	17	15
Azufre (kg ha <sup>-1</sup> )	24-66	5-11	21	18
Calcio (kg ha <sup>-1</sup> )	71-266	2-6	3	2
Magnesio (kg ha <sup>-1</sup> )	13-73	8-17	34	25
Sodio (kg ha <sup>-1</sup> )	1-22	0,16-0,17	2	1
Hierro (g ha <sup>-1</sup> )	350-2022	102-161	17	11
Manganoso (g ha <sup>-1</sup> )	127-729	6-22	3	2
Boro (g ha <sup>-1</sup> )	168-682	26-65	13	11
Cobre (g ha <sup>-1</sup> )	26-89	14-28	38	31
Zinc (g ha <sup>-1</sup> )	66-214	59-109	73	61

### Reguladores de crecimiento

Debido al carácter indeterminado del algodón y su condición de especie perenne, resulta necesario incorporar en las prácticas de manejo el uso de reguladores de crecimiento, cuya decisión de aplicación se basa en la realización de monitoreos periódicos. En su mayoría, los reguladores utilizados son inhibidores de la síntesis endógena de giberelinas, lo cual genera un acortamiento de los entrenudos. Este

efecto mejora la eficiencia en la partición de los fotoasimilados hacia las estructuras reproductivas, como también la arquitectura del canopeo que requiere el uso de ciertas cosechadoras como la denominada “stripper”.

Generalmente se observan interacciones entre la disponibilidad hídrica y la aplicación de los reguladores de crecimiento. En condiciones de estrés hídrico durante el periodo de pimpollo, la aplicación de **cloruro de mepiquat** podría estar favoreciendo la retención de órganos fructíferos en la planta y disminuyendo el porcentaje de abortos. Sin embargo, la formación de nuevos sitios fructíferos o ramas reproductivas (número de nudos) como así también la expansión del área foliar, serían variables afectadas por la disponibilidad hídrica en el periodo de pre-floración, es decir, durante el desarrollo de los pimpollos (Paytas et al., 2011b). Las evidencias de estos estudios manifiestan que, ante eventuales períodos cortos de déficit hídrico en pre-floración, la aplicación de cloruro de mepiquat en etapas tempranas, induciría una mayor estabilidad en el rendimiento en algodón en surcos estrechos. Su efecto en la partición de biomasa determinaría un canopeo más compacto y un incremento en el uso eficiente del agua disponible (Paytas y Ploschuk 2013).

### Defoliantes y desecantes

Estos productos químicos que se aplican en el último tramo del ciclo de cultivo (generalmente cuando el **60% de las cápsulas se han abierto**) resultan fundamentales para lograr una cosecha limpia, óptima y con buena calidad de fibra. Una cápsula se considera madura cuando, al realizar un corte transversal de la misma, se observan halos de color negro que rodean a cada una de las semillas. Si esto no se logra observar, es posible que la cápsula no haya llegado a la madurez fisiológica y requiera más tiempo de translocación de fotoasimilados. Ambos productos deben aplicarse con buenas condiciones de humedad en el suelo, días despejados y sin viento. En el caso de los **defoliantes**, actúan muy bien en hojas maduras y senescentes, permitiendo su caída más acelerada. En el caso de los **desecantes**, actúan a nivel de los rebrotes de las yemas apicales y laterales del segundo ciclo de floración, logrando su senescencia (Paytas y Ploschuk 2013).

### Genotipos y mejoramiento genético

Los programas de desarrollo de variedades estuvieron en un principio limitados exclusivamente al mejoramiento genético convencional. Actualmente se incluye la biotecnología (tecnología de ADN recombinante), que produjo el algodón *biotech* o transgénico. Estos materiales tienden a generar mejoras en el rendimiento con compromiso de calidad medioambiental a través del menor uso de agroquímicos. La introducción de algodón genéticamente modificado (GM) se realizó por primera vez en 1996, con la incorporación del *Bacillus thuringiensis* (Bt), posicionando al cultivo como uno de los primeros en incorporar el uso de la biotecnología. De hecho, fue una de las tecnologías más rápidamente incorporadas por los

productores. Las variedades GM actuales tienden a mejorar las prácticas relacionadas con el control de plagas (resistencia a plagas) y el de malezas (tolerancia a herbicidas). Nueve países, que representan el 59% del área de siembra mundial, permiten usar algodón GM: Argentina, Australia, China, Colombia, India, Indonesia, México, Sudáfrica, y Estados Unidos (ICAC, 2010) En 2003/2004, cerca del 30% de la producción mundial de algodón era *biotech*; en 2004/2005 ascendió a 35% y en 2007/08 casi la mitad del mundo produce algodón con cultivares GM (ICAC, 2010).

Con esta tecnología, se ha avanzado en la resistencia a plagas y tolerancia a herbicidas. Así, la resistencia a insectos de la familia de los lepidópteros fue conferida mediante la incorporación de genes Bt que produce Bt alfa-endotoxina. Esto logró reducir el uso de los insecticidas que afectan a los insectos benéficos que no son objetivo de control. Por otra parte, los cultivares herbicidas-tolerantes permiten el uso de productos más seguros, menos persistentes para el control de un amplio espectro de malezas que reducen rendimiento y calidad de fibra.

Las variedades INTA han sido muy populares; sin embargo en los últimos años otras variedades de compañías privadas lideran el mercado con sus eventos biotecnológicos disponibles (Bt, RR), tales como DP 404, DP 402, NuOpal. Entre las variedades INTA actuales se encuentran: Guazuncho 3 y 2000, Chaco 530, Oroblanco INTA, La Banda INTA, Cacique INTA, Gringo INTA, Mataco INTA, Porá INTA, entre otras.

A pesar de que el algodón blanco es el más popular comercialmente, en los últimos años se ha retomado el interés por algodones pigmentados o coloreados naturalmente, los cuales han existido desde hace 5.000 años. Estos son mutantes espontáneos de los algodones blancos. El rendimiento de estos materiales es muy bajo y la fibra es muy corta y débil para su manufactura. No obstante, en los últimos 15 años se ha intensificado su mejoramiento. Actualmente se los cultiva en China, Perú e Israel, y los colores principales son el marrón, verde y algo de rojo. El color marrón se debería a la presencia de taninos en las vacuolas del lumen de las fibras. Los diferentes colores de marrón y rojo amarronado se deberían a un lípido bipolimerizado (suberina) que se ubica entre las lamelas de micro fibrillas celulósicas en la pared secundaria.

Al igual que otros cultivos, el algodón también se produce en sistemas orgánicos. Dicho algodón es libre de pesticidas y demás productos químicos sintéticos, y debe ser certificado y no transgénico. La certificación se ha implementado en el 1989-1990 y más de 20 países han tratado de producir algodón orgánico. Desde 2001, Turquía es el productor más grande, mientras que otros como India y Estados Unidos también se destacan. En 2005, la producción total de orgánicos fue de 25.000 toneladas, lo cual constituye menos del 0,12% del total de la producción mundial (Paytas y Ploschuk 2013).

## Adversidades bióticas

### Insectos

El algodón es uno de los cultivos comerciales que presenta la particularidad de tener un gran número de problemas con insectos plaga, pero también se caracteriza por generar la proliferación significativa de insectos benéficos predadores y parasitoides. Sin embargo, estos últimos tienden a perder capacidad de acción, debido al uso intensivo de insecticidas que históricamente se han aplicado en el cultivo. El uso de productos químicos de amplio espectro en forma reiterada y la falta de rotación de modos de acción, afectaron la población natural de los insectos benéficos y generaron resistencia por parte de las plagas. Con la aparición de variedades Bt y su rápida expansión entre los productores, en conjunción con la implementación del manejo integrado de plagas (MIP), se ha logrado reducir el número de aplicaciones de insecticidas en los últimos años en gran parte de los sistemas productivos algodoneros de la Argentina y el mundo.

De acuerdo con el momento del cultivo en que aparecen los diferentes organismos plaga, suele variar su nivel de daño. Como durante la etapa vegetativa la planta prioriza la asignación de recursos hacia los procesos de expansión radical y el crecimiento de estructuras vegetativas, los organismos más dañinos suelen ser los tripos (*Caliothrips phaseoli*, *Frankliniella schultzei*) y pulgones (*Aphis gossypii*) quienes dañan el área foliar, afectando la eficiencia en el uso de la radiación. También se destacan los gusanos cortadores (*Agrotis ipsilon*), las orugas militares (*Spodoptera frugiperda*), el gusano alambre (*Conoderus* sp.) y la broca (*Eutinobothrus brasiliensis*), entre otros (Sosa y Fariña, 1995). En esta etapa los organismos plaga tienden a disminuir la eficiencia de intercepción de la radiación solar afectando el stand de plantas y el área foliar.

Durante la etapa reproductiva, las plagas como capullera (complejo *Heliothinae*), chinches (*Horciás nobilellus*) y picudo del algodonero (*Anthonomus grandis*) son de gran importancia, debido a que afectan el número de flores y su retención en la planta. En esta etapa se afecta tanto la eficiencia en el uso de la radiación como el índice de cosecha, generando un desbalance entre la fuente y los destinos reproductivos. En muchos casos, la planta logra compensar ante la pérdida de estructuras reproductivas a través de diferentes procesos, llegando a lograr en algunos casos rendimientos promisorios.

Finalmente, cuando los organismos plaga inciden en la última etapa de madurez, se reduce la calidad y cantidad de fibra a cosecha, como por ejemplo el picudo del algodonero, la lagarta rosada, la oruga de la hoja y la mosca blanca (Sosa y Fariña, 1989, Sosa *et al.*, 2011). La incorporación de materiales GM Bt ha restado importancia a un número de insectos plaga de la familia de los lepidópteros que en el pasado generaban grandes daños económicos (como por ejemplo la lagarta rosada). No obstante, el picudo es un coleóptero aún no controlado con genotipos resistentes, que constituye en la actualidad una seria adversidad biótica para la producción del algodón.

## Malezas

Los problemas de malezas de la actualidad son de similar envergadura que los existentes en el pasado. La diferencia está en el rango de tecnología que se dispone para controlarlas y manejarlas, y que en muchos casos no son utilizados con la eficiencia que demandan los tiempos actuales. Tal es el ejemplo de las variedades genéticamente modificadas con resistencia al glifosato (RR) y la gran diversidad de herbicidas selectivos disponibles. Es necesario el control temprano de malezas debido a que compiten por los recursos disponibles con el cultivo. De otro modo, algunos factores abióticos como la disponibilidad de luz, nutrientes y agua pasarían a ser limitantes.

Las malezas más importantes en la región algodonera argentina son: *Ipomoea* sp., *Echinochloa colonum*, *Acanthospermum hispidum*, *Macroptilium atropurpureum*, *Sida* sp., *Cynodon dactylon* (Brach, 2006). Entre otras que son también de importancia, figuran *Cyperus rotundus*, *Alternanthera philoxeroides*, *Amaranthus* sp., *Physalis* sp., *Portulaca oleracea*, *Bidens subalternans*, *Sorghum halepense*, *Digitaria sanguinalis*.

## Enfermedades

En la Argentina, el impacto de las enfermedades suele ser de menor intensidad, comparado con el de otros países productores de algodón. Entre las enfermedades de importancia se pueden nombrar: el mal del tallito o **damping off**, que ataca durante el estadio inicial del cultivo desde la semilla hasta la plántula (Bonacic, 2005), afectando el stand de plantas por unidad de superficie. Además, del control químico, es aconsejable la rotación con otros cultivos. Otras enfermedades son provocadas por el complejo Fusarium-nematodes, como así también la marchitez por *Verticillium dahliae*. La enfermedad azul es otra adversidad de origen viral, cuyo agente vector es el pulgón del algodón. Por último, la podredumbre de cápsulas, causada por numerosas bacterias y hongos, suele ser frecuente en aquellas campañas con mucha humedad durante el periodo de madurez (Bonacic, 2005).

## **Objetivos de la Pasantía**

### **Objetivo General**

-Generar información acerca de parámetros de calidad de fibra afectados según prácticas de manejo, condiciones ambientales y tipos de cosecha mecánica.

### **Objetivos específicos**

-Caracterizar parámetros de calidad de fibra en función de las prácticas de manejo y condiciones ambientales.

-Evaluar las pérdidas de cosecha y post cosecha en función del tipo de cosechadora, su regulación y el estado del cultivo.

-Comparar el rendimiento de cosecha y su calidad bajo distintos cabezales de cosecha mecánica, picker y stripper.

-Correlacionar y analizar de manera integral los factores que afectan los componentes del rendimiento y fibra.

-Desarrollar habilidades en la redacción de informes y en la comunicación de ideas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó el seguimiento de la cosecha de algodón bajo riego y en condiciones de secano en lotes del Establecimiento “Don Panos” de la empresa UNITEC AGRO. Ubicada sobre Ruta Provincial N° 3, en Gral. Roca, Dpto. Gral. San Martín, Chaco.

El Trabajo se realizó durante la campaña agrícola 2013/2014. La finalidad de los muestreos fue dilucidar la incidencia de los sistemas de cosecha picker y stripper disponibles en la región, en la calidad de la fibra cosechada, considerando los parámetros tecnológicos de la misma.

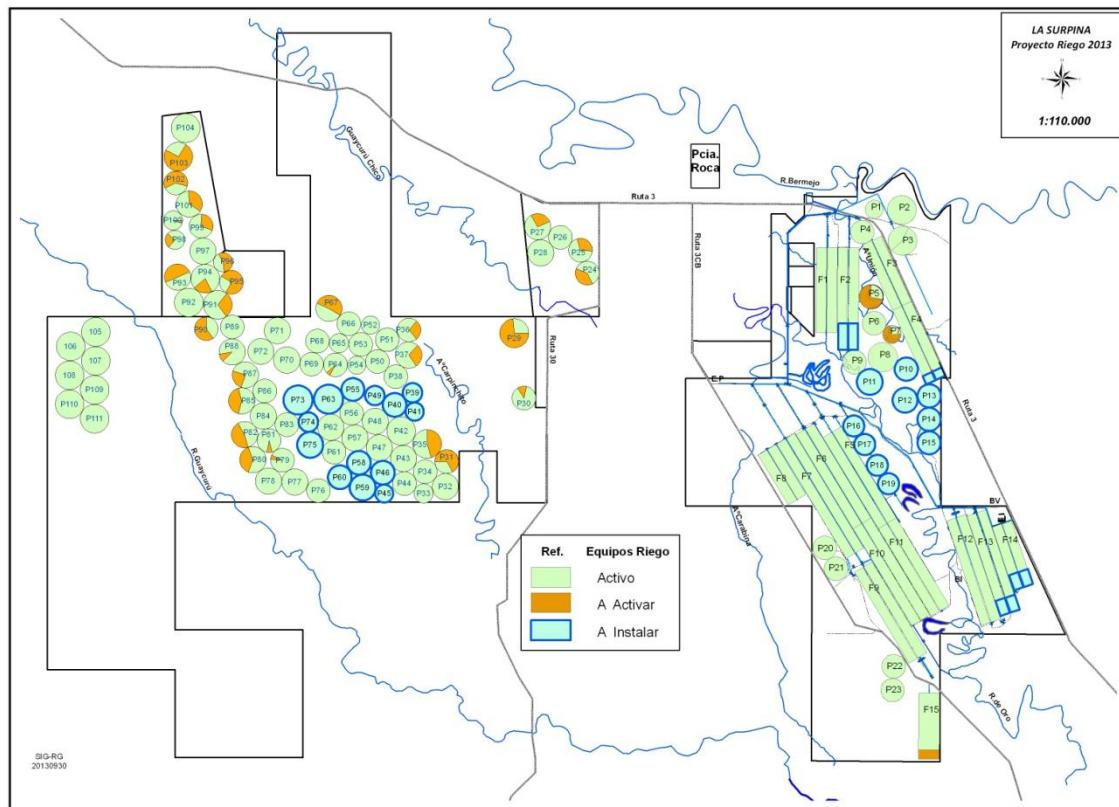
Los lotes en donde se realizaron los muestreos están designados con una inicial en mayúscula que hace referencia al equipo de riego con el que cuentan y seguida por un número de orden. Por ejemplo, el lote F12 cuenta con sistema de riego de avance frontal mientras que el lote P44 está irrigado mediante pivot.

Así tenemos que los lotes donde se hizo relevamiento de la cosecha fueron:

- **F12**
- **F14**
- **P44**
- **P47**
- **P48**

Cabe aclarar que el lote F14 se ha tomado como una situación de secano porque el riego no pudo ser concretado durante esta campaña por fallas en el motor del equipo. En los meses de Octubre y Noviembre el cultivo estuvo bien provisto de agua a través de las precipitaciones, las cuales fueron frecuentes y abundantes. Pero en los primeros días de Diciembre el cultivo entró en la etapa de Plena Floración, que es cuando se empieza a definir el rendimiento. En esta etapa se dio un período de déficit hídrico (falta de lluvias desde 07-dic-13 hasta 03-ene-14) acompañado por temperaturas máximas que rondaron los 38°C. Esta situación produjo un Stress al cultivo, lo que indujo la caída de hasta el 50 % de las cápsulas pequeñas ya fijadas.

## Mapa Don Panos e individuales



**Figura 9:** En el mapa se pueden ver los lotes del Campo “**Don Panos**” al Este y los lotes del campo “**La Surpina**” al Oeste.

## Descripción de la campaña (lluvias y temperatura)

En la campaña 2013/14 se produjo un marcado déficit hídrico que comenzó a fines de Diciembre 2013 y se extendió al mes de Enero 2014.

Entre los 60 a 90 DDE el cultivo de algodón tuvo que soportar Temperaturas Máximas superiores a 38°C y baja amplitud térmica.

Febrero y Marzo 2014 fueron meses muy húmedos, con muchos días nublados, lluviosos y por ende con baja Radiación Solar.

Los datos meteorológicos de la campaña 2013/14 se muestran en el **Cuadro 6**.

## **Humedad**

En términos generales, se registró mayor cantidad de precipitaciones con respecto a la campaña anterior. No obstante la distribución de las lluvias no fue uniforme, sino que se produjo una carencia desde la primer semana de Diciembre (07/12/13) hasta fines de ese mes en el Campo “La Surpina”, extendiéndose hasta el 03 /01/14 en el Campo “Don Panos”. Este déficit hídrico coincidió con las etapas fenológicas de mayor requerimiento del cultivo (que había entrado en plena floración a principios de Diciembre).

En los lotes irrigados por medio de Pivot, la carencia de agua fue suplida con el agregado de láminas de riego. Pero en los lotes regados con equipo de Avance Frontal (F12 y F14) se había proyectado suministrar un total de 170 mm en todo el ciclo. Sin embargo esto no pudo ser concretado por fallas en el motor del equipo de riego. Una vez reparado, el Frontal 12 reanudó el riego suplementario en el mes de Enero, pero el Frontal 14 no se pudo reparar.

Febrero y Marzo fueron meses muy húmedos.

## **Temperaturas**

En ambos casos el cultivo sufrió las consecuencias de un stress hídrico combinado con un stress térmico ya que, entre los 60-90 DDE se dieron temperaturas muy elevadas (por encima de 38°C) y una baja amplitud térmica.

Las temperaturas máximas y mínimas registradas estuvieron por encima de las medias históricas durante el período de llenado de cápsulas y maduración.

	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Ppitaciones (mm) "Don Panos"	34	115	303	73	167	95	204.0
Ppitaciones (mm) "La Surpina"	12	168	261	74	112	102	204.0
<hr/>							
TEMP MAX MEDIAS (°C)	27.14	29.15	30.2	34.3	33.5	34.2	29.2
<hr/>							
TEMP MIN MEDIAS (°C)	13.3	17.6	19.5	22.5	22.7	22.8	19.0

Cuadro 6. Precipitaciones y temperaturas máximas y mínimas medias del aire de la estación de crecimiento 2013/14.

### Heliofanía (HS) Año 2013

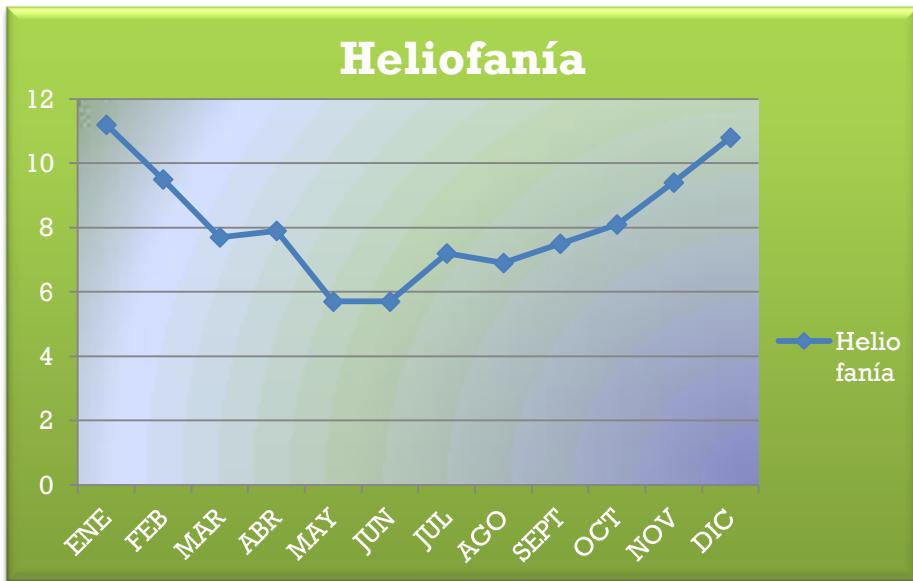


Gráfico 1. Heliofanía registrada durante las etapas vegetativa y reproductiva del cultivo de algodón en la campaña 2013/14.

Para que el cultivo de algodón alcance un Rendimiento de 2000 kg/ha la Radiación Solar tiene que tener valores por encima de los **20 Megajoules/m<sup>2</sup>**.

## **Manejo agronómico general de todos los lotes**

### **Planilla resumen de lote**

#### **Barbecho**

En los lotes en estudio se encontraron las siguientes malezas:

**Latifoliadas anuales:** Verdolaga (*Portulaca oleracea*), Yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*), Escoba dura (*Sida sp.*).

**Latifoliadas perennes:** Flor de Santa Lucía (*Commelina erecta*), Yuyo sapo (*Wedelia glauca*), Malva Blanca (*Sphaeralcea bonariensis*).

**Gramíneas perennes:** Sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*).

Los herbicidas aplicados para el control de dichas malezas fueron los siguientes:

- 22/05/13: 1,2 kg de Glifosato/ha + 250 cc de Dicamba
- 25/06/13: 10 g de Metsulfuronmetil/ha + 1,2 kg de Glifosato/ha + 250 cc de Dicamba
- 6/09/13: 2,5 kg de Glifosato/ha + 200 cc de Dicamba

#### **Siembra**

Se comenzó a sembrar el 2 de Octubre de 2013 con una sembradora marca Dolbi AX 4000 de 30 surcos distanciados a 38 cm.

La variedad sembrada fue DeltaPine 402 a una densidad de 12 semillas por metro lineal, lo que hizo un total de 315.789 semillas por hectárea, que equivale a 30,075 kg/ha, considerando que en un kilogramo de semillas entran entre 10.000 y 11.000 semillas. La densidad se estableció teniendo en cuenta que se espera una supervivencia del 70% y el objetivo era lograr aproximadamente 8 plantas por metro lineal.

Se necesita la acumulación de 50 a 60 Unidades Calóricas para que se complete el Subperíodo Siembra-Emergencia y si las condiciones ambientales son favorables la emergencia ocurre entre los 5 a 10 días luego de la siembra.

Para averiguar si la temperatura ambiente era favorable para la siembra se hizo el cálculo de los Grados Día (GD) durante 5 días consecutivos usando la fórmula australiana que toma como Temperatura Base 12°C:

$$GD\ 60 = \frac{T\ ^\circ C\ M\'ax\ del\ D\'ia + T\ ^\circ C\ m\'in\ del\ D\'ia}{2} - 12$$

Fecha	Pp (mm)	T Máx (°C)	T Mín (°C)	R Global (Mj/m <sup>2</sup> )	GD
26/09/2013	0	28.2	8.4	23.3	6.3
27/09/2013	0	31.5	15	9.6	11.25
28/09/2013	20	28.6	17.1	21.4	10.85
29/09/2013	0	17.7	12.5	6.4	3.1
30/09/2013	0	16.7	11.4	6.4	2.05
<b>Total GD</b>					<b>33.55</b>

- 10 GD o menos es desfavorable para la siembra
- Mayor a 20 GD es ideal para la siembra.

Sumando los GD desde el 26 al 30 de septiembre se obtuvieron **33.55 GD** acumulados. Por lo tanto la temperatura ambiental era ideal para realizar la siembra.

### Semilla

Un 40% de la superficie se siembra con semilla Original y el 60% restante con semilla ORL (Opción de Renovación de Licencia). Las semillas ORL surgen de lotes propios los cuales son destinados como semilleros. Estas semillas luego son llevadas a la Empresa de Semillas Fiscalizadas, a la cual se le paga por el servicio de Deslintado Ácido y por los tratamientos curasemillas.

## **Tratamiento de la Semilla**

**Fungicida:** Azoxistrobina + Fludioxinil + Metalaxil. Para el control de hongos del suelo como: Phytiun sp, Fusarium sp, Phytophtora sp y Rhizoctonia sp.

**Insecticida:** Imidacloprid + Tiodicarb. Controlan trips y pulgones en etapas tempranas del cultivo.

**Promotor del equilibrio hormonal (Simulate Mo):** Kinetina + Ácido Giberélico + Ácido Indol 3 Butílico.

Además en la Empresa las semillas recibieron un tratamiento de inoculación con:

- Azospirillum spp (cepa Az39 INTA), como promotora del crecimiento vegetal.
- Pseudomonas fluorescens (cepa BNM 233) bacteria solubilizadora de Fósforo.

Se usó 1 litro de cada inoculante por cada bolsa de 30 kg.

## **Tratamiento herbicida de Post-emergencia**

En siembras tempranas el crecimiento del cultivo de algodón es más lento al inicio del ciclo. A causa de ello el cierre del entresurco se retrasa y lo hace pobre competidor con las malezas. El período crítico en cuanto a malezas puede variar entre 4 a 10 semanas dependiendo de las condiciones climáticas, la densidad y las especies involucradas.

Aproximadamente entre 16 y 25 DDS ( 22,23-oct-13) se aplicó:

- 2 l de Glifosato/ha

En los lotes de campo “Don Panos”(F 12 y F 14), una semana después (29,30-oct-13) se volvió a aplicar:

- 1,5 l de Glifosato/ha

A los 24 días de la primera aplicación (16-nov-13), en todos los lotes se pulverizó con:

- 0,4 l de Sheriff Max/ha

Este herbicida tiene como principio activo Quizalofop-p-etyl al 10,8 %. Es un concentrado emulsionable que actúa como herbicida graminicida selectivo.

## Seguimiento fenológico

En los lotes monitoreados se hizo seguimiento fenológico del cultivo tomando los días a:

- 1) Emergencia
- 2) Primer Pimpollo
- 3) Primera Flor Blanca
- 4) Pico de Floración
- 5) Primera Bocha Abierta
- 6) 60% de Bochas Abiertas

Podemos describir las distintas fases fenológicas de acuerdo a las fechas en que aproximadamente se presentaron en todos los lotes:

**08/10/13:**

Ocurrió la **emergencia** del cultivo a los 7-8 DDS. El cultivo tuvo un stand de 9,75 plantas por metro lineal.



**Foto 1:** Estado Vegetativo V<sub>2</sub>: Emergencia.

**2/11/13:**

A los 23 DDE se pudo observar que el algodón tenía 3-4 nudos, tomando como nudo cero al cotiledonar, y como tiene una hoja por nudo, se observaron **3-4 hojas verdaderas**.

El 23-oct-13 se aplicaron 2 litros de Glifosato/ha, cuando el cultivo todavía no tenía 4 hojas verdaderas, porque si bien la variedad es resistente a este herbicida, el gen no protege las áreas de diferenciación de flores cuando se aplica el herbicida después de esta ventana.



**Foto 2:** Estado Vegetativo V<sub>3</sub>: Cultivo con 3º hoja verdadera desplegada.

**13/11/13:**

A los 35 DDE el cultivo entró en la etapa reproductiva, pudiéndose observar los primeros pimpollos a partir del quinto a sexto nudo.



**Foto 3:** Estado Reproductivo R<sub>1</sub>: Aparición del primer pimpollo.

**29/11/13:**

A los 50 DDE se observó la primera flor blanca entre el quinto y sexto nudo.

Para controlar un enmalezamiento con Pasto Cuaresma (*Digitaria sanguinalis*), el 16 de noviembre se pulverizó el lote con Quizalofop-p-etil al 10,8 %.



**Foto 4:** Estado Reproductivo R<sub>2</sub>: Primera flor blanca.

**9/12/13:**

En esta fecha el cultivo tenía 60 DDE y se encontraba en plena floración.



**Foto 5:** Estado Reproductivo R<sub>2</sub>: Plena Floración.

**3/01/14:**

Este día, a los 85 DDE, el cultivo alcanzó el “**CUT OUT**” o corte fisiológico, el cual se define como el día en que la última flor blanca de la primera posición está situada cinco nudos bajo el terminal. En la práctica, esta flor blanca formará la última cápsula con posibilidades de ser cosechada. Por esta razón, el “**CUT OUT**” es considerado como el final del ciclo productivo. También se define al “**CUT OUT**” como un estrés fisiológico causado por una progresiva demanda de carbohidratos de los órganos en crecimiento, especialmente de las cápsulas.

Aprovechando que el cultivo ya había llegado a “Cut Out”, entre el 18 y 22 de enero de 2014 se pulverizó los lotes con una dosis de 2 litros de Glifosato/ha para controlar malezas que habían emergido tardíamente y podían llegar a interferir con las labores de defoliación y cosecha, bajando el grado comercial de la fibra debido al manchado, excesiva humedad y aporte de cuerpos extraños. En los lotes pulverizados se logró un efectivo control de las malezas, **excepto en el lote F 14**, en el cual no se llegó a hacer el tratamiento porque su mal drenaje no permitió tener un piso en buenas condiciones.

**20/01/14:**

A los 102 DDE el cultivo entró en la fase de primera bocha abierta.



**Foto 6:** Maduración M<sub>1</sub>: Primer cápsula abierta.

**27/01/14:**

En esta fecha el cultivo tuvo **60% de bochas abiertas**. Las plantas tenían en promedio ocho a nueve bochas por planta, de las cuales cuatro a cinco ya estaban abiertas, pero la última bocha cosechable aún no alcanzaba la madurez fisiológica.



**Foto 7:** Maduración **M<sub>2</sub>**: 60% de cápsulas abiertas.

**31/01/14:**

A los 113 DDE el cultivo llegó a madurez fisiológica. Esto se pudo comprobar haciendo el corte transversal de una cápsula y observando que el tegumento de la semilla tenía un color marrón oscuro en vez del amarillo verdoso característico de la inmadurez.



**Foto 8:** Maduración **M<sub>2</sub>**: 60% de cápsulas abiertas. Variedad DP 402.

## **Grados-Día (GD)**

Por tratarse de una especie termodependiente, para cumplir las etapas de crecimiento y desarrollo el algodón necesita acumular cierta cantidad de Unidades Calóricas o Grados-Día.

Grados-Día se define como la cantidad de calor acumulada durante 24 horas por sobre la Temperatura Base y describe el crecimiento potencial del algodón, permitiendo predecir y evaluar las condiciones de desarrollo del cultivo. La temperatura acumulada en un día puede ser medida en Grados-Día.

Los GD fueron calculados tomando los registros de la estación meteorológica situada en la empresa.

Se utilizó la fórmula australiana que toma como Temperatura Base 12°C. Los resultados se pueden ver en el **Cuadro 7**

Fase Fenológica	Grados-Día teóricos	Grados-Día a campo
Emergencia	80	<b>87,15</b>
Primer pimpollo	505	<b>554,45</b>
Primera Flor Blanca	777	<b>822,1</b>
Pico de Floración	1302	<b>902,8</b>
Primer Cápsula Abierta	1527	<b>1563,4</b>
60% de Cápsulas Abiertas	2050	<b>1611,55</b>

**Cuadro 7:** Comparación entre GD promedio acumulado que se requiere para lograr cada una de las etapas fenológicas del cultivo del algodón y GD efectivamente acumulados en el campo. Temperatura Base: 12°C.

Con la fórmula GD 12 se llegaron a completar los requerimientos de GD hasta la etapa de Primer Cápsula Abierta. Sin embargo los GD acumulados a campo en la etapa de 60% de Cápsulas Abiertas quedaron muy por debajo del requerimiento teórico. Esto fue debido a que sólo se retuvieron 4 cápsulas promedio por planta,

por lo tanto la Fase de 60% de Cápsulas Abiertas se adelantó considerablemente porque se alcanzó ya con 3 cápsulas abiertas.

## Registro de Lluvias “Don Panos”

Los lotes Frontal 12 y Frontal 14 están ubicados en Campo Don Panos.

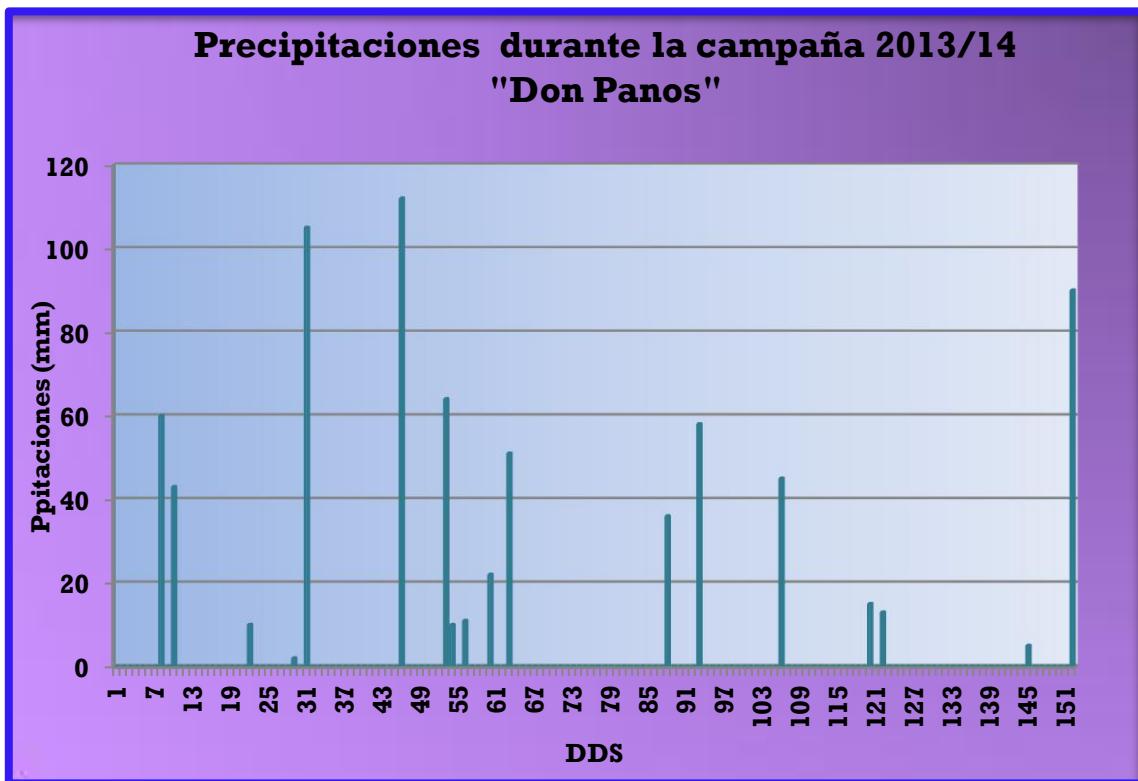
En los cuadros se indica el detalle diario de las precipitaciones registradas durante el ciclo del cultivo en la Estación Meteorológica existente en la Empresa.

jul-13			ago-13			sep-13		
Bravo 5			Bravo 5			Bravo 5		
Fecha	mm	Total	Fecha	Mm	Total	Fecha	mm	Total
13-jul	20		26-agosto	22		02-sept	10	
						14-sept	3	
		20 mm			22 mm	28-sept	21	34 mm

oct-13			nov-13			dic-13		
Bravo 5			Bravo 5			Bravo 5		
Fecha	mm	Total	Fecha	Mm	Total	Fecha	mm	Total
10-oct	60		02-nov	105		03-dic	22	
12-oct	43		19-nov	112		06-dic	51	
24-oct	10	115mm	26-nov	64	303 mm			73 mm
30-oct	0		27-nov	10				
31-oct	2		29-nov	11				

ene-14			feb-14		
Bravo 5			Bravo 5		
Fecha	mm	Total	Fecha	Mm	Total
03-ene	36		19-feb	5	
08-ene	58		26-feb	90	
11-ene	45	167 mm			95 mm
25-ene	15				
27-ene	13				

**Total llovido en la campaña: 753 mm.**



**Gráfico 2.** Evolución de las precipitaciones durante el cultivo de algodón en la estación de crecimiento 2013/14 en campo "Don Panos".

## Riego

El riego se realiza con un equipo de avance frontal de la marca Valley.

El sistema de alimentación de agua es por un canal abierto.

Posee un motor Diesel John Deere de 225 Hp con alternador y bomba centrífuga que proveen energía eléctrica y presión respectivamente. La bomba tiene una capacidad de 1.081 m<sup>3</sup>/hora.

El equipo de succión es flotante con filtros autolimpiantes.

El sistema de guía es por cable aéreo.

La Empresa cuenta también con un Departamento de Telemetría que monitorea los equipos de riego informando cuáles están parados, cuáles están regando, como así también la lámina de riego suministrada por cada uno de ellos.

El cuadro muestra las láminas aplicadas con el equipo Frontal 12 durante la campaña 2013/14.

RIEGO UNITEC BIO S.A.										
Equipo	Has	Cultivo	sep-13	oct-13	nov-13	dic-13	ene-14	feb-14	Total mm	
F 12	130	Algodón	40				15	Fin tarea	55	

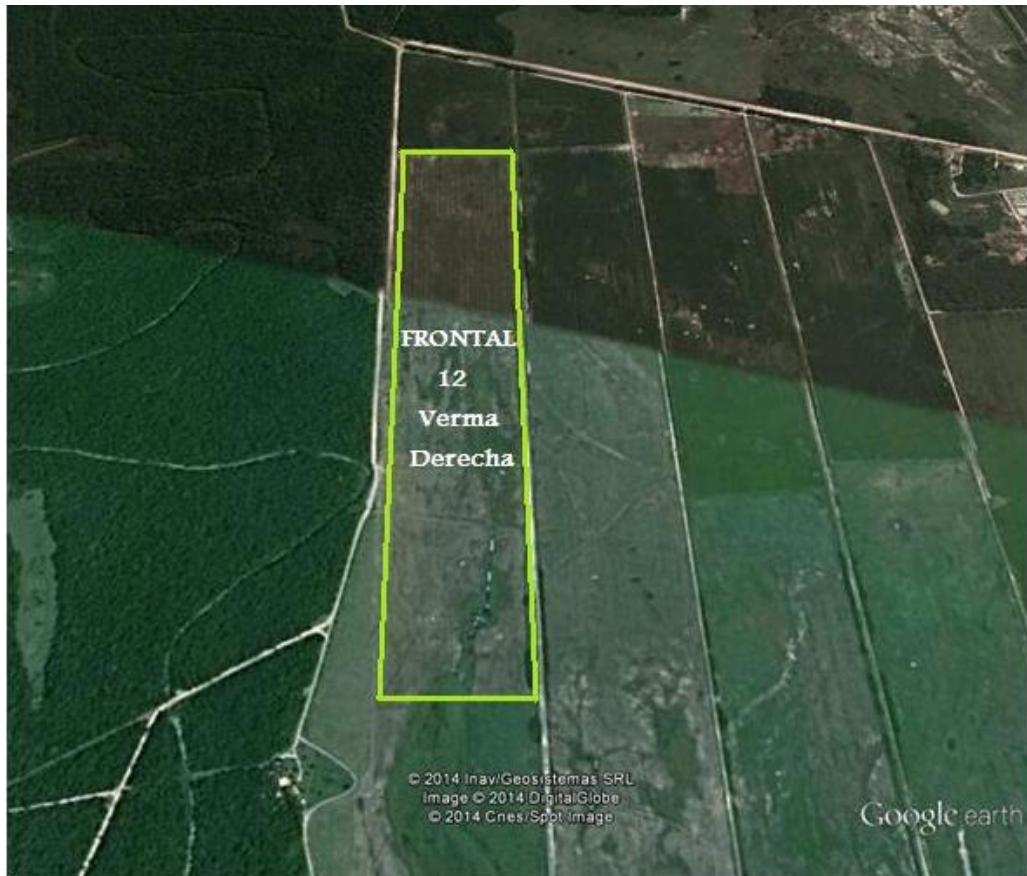
El riego del lote fue particionado de la siguiente forma:

- 40 mm antes de la siembra para cargar el perfil
- 10 mm luego de la siembra para sellar los líneos y asegurar humedad en la cama de siembra: **Éstos NO se aplicaron porque en OCTUBRE se dieron abundantes precipitaciones durante la primera quincena, las cuales cubrieron la necesidad de riego.**
- **45 mm en el mes de NOVIEMBRE** (cuando se produjo fase crítica de Primer Pimpollo-Primera Flor Blanca): **Tampoco se aplicó esta lámina por abundantes precipitaciones durante primera quincena del mes de NOVIEMBRE.**
- **55 mm en el mes de DICIEMBRE** (cuando el cultivo entró en la fase de Plena Floración-Cut Out): Se deberían haber aplicado durante la segunda quincena de DICIEMBRE, que fue cuando se produjo un DÉFICIT HÍDRICO. Pero este pedido de Lámina de Riego no pudo ser completado por fallas en el motor del equipo de riego. La falta de lluvias desde el 7/12/13 hasta el 2/01/14 fue acompañada por temperaturas Máximas que rondaron los 38°C y esto causó un STRESS en el cultivo que se hallaba en Plena Floración, período a partir del cual se definen Rendimientos. Cuando se pudo reparar el equipo de riego, se aplicó una Lámina tardía de **15 mm en el mes de ENERO.**

El pedido del departamento de agricultura fue de 150 mm.

**Total Riego efectuado: 55 mm.**

## FRONTAL 12 VERMA DERECHA



**Foto 1: FRONTAL 12**

**Superficie**

130 has

**Sistema de Riego:** Avance frontal

**Planilla Resumen de lote F12 Verma Derecha**

**Lote:** Frontal 12 Verma Derecha (VD)

**Cultivo antecesor:** Avena

**Fecha de Siembra:** 02-oct-13

**Variedad:** DP 402

**Tratamiento de semilla:** Fungicidas (Azoxistrobina+Fludioxinil+Metalaxil), Insecticidas (Imidacloprid+Tiodicarb) y Promotor del equilibrio hormonal (Kinetina+Ácido Giberélico+Ácido indol 3 butílico).

**Número de plantas/m:** 8 pl/m

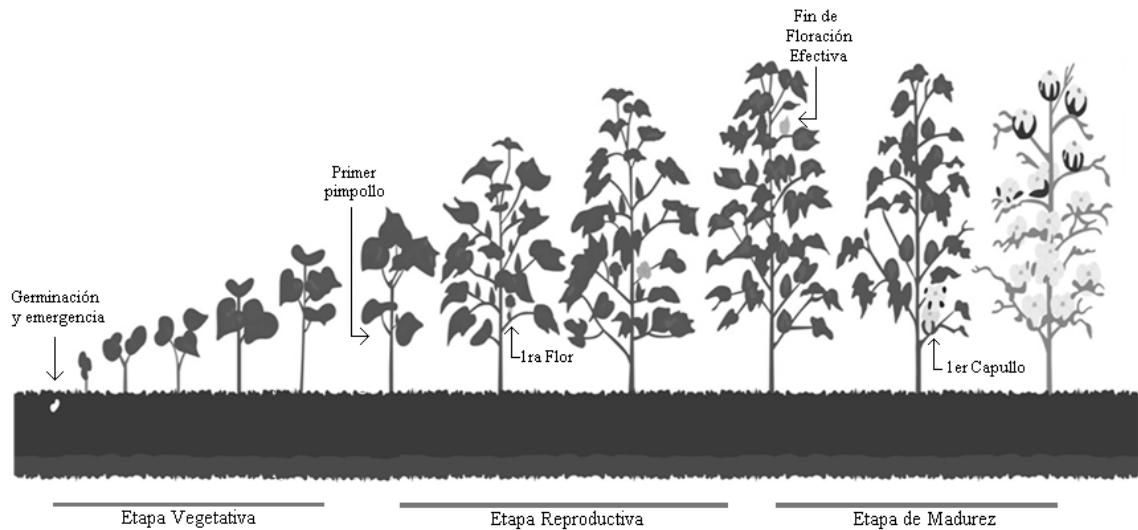
**Distancia entre surco:** 0.38 m

**Labranza:**

Siembra Directa

Herbicidas				
Barbecho	Fecha	11-sep-13	Producto y dosis	Glifosato 1.7 l/ha Dicamba 0.25 l/ha
Preemergente	Fecha	04-oct-13	Producto y dosis	Paraquat 1.7 l/ha
Postemergente	Fecha	23-oct-13	Producto y dosis	Glifosato 2 l/ha
		30-oct-13	Producto y dosis	Glifosato 1.5 l/ha

Fertilización				
Preemergente	Fecha	02-oct-13	Producto y dosis	Nitrodoble 80 kg/ha
Postemergente	Fecha	07-nov-13	Producto y dosis	Smart Foil 1 l/ha
		16-nov-13		



Etapa vegetativa		Etapa Reproductiva		Madurez	
<b>Herbicidas</b>					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
		38	Sheriff Max 0.4 l/ha	102	Sheriff Max 0.5 l/ha
				105	Glifosato 2 l/ha
<b>Fertilizantes</b>					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
		61	NO <sub>3</sub> K, Smart Foil 1 l/ha	116	Nitrodoble 70 kg/ha
		88	Glytrac, Smart Foil 2 y 1 l/ha		

<b>Insecticidas</b>					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
2 DDS	Cypermrina 0.2 l/ha	41	Mercaptotion+ Altacor 0.8 y 0.025 l/ha	98	Fipronil+Furia 0.01 y 0.13 l/ha
14	Fipronil 0.01 l/ha				
17	Passport 0.09 l/ha	76	Mercaptotion+	101	Mercaptotion 0.8 l/ha

			Alsystin 0.8 y 0.12 l/ha			
25	Engeo 0.2 l/ha	86	Mercaptotion+ Altacor 0.8 y 0.025 l/ha			
<b>Fungicidas</b>						
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	
		54	Amistar Extra 0.25 l/ha			
		89	Tebuzin 0.8 l/ha			
<b>Regulador de Crecimiento</b>						
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	
29	Pix 0.25 l/ha	38	Pix 0.5 l/ha			
		45	Cotton Stop 0.02 l/ha			
		63	Cotton Stop 0.05 l/ha			
		80	Cotton Stop 0.1 l/ha			
<b>Defoliantes y Desecantes</b>						
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	
				120	Finish+Dropp 1 y 0.4 l/ha	
				144	Paraquat 2 l/ha	
<b>Cosecha</b>						
Fecha inicio de cosecha		Tipo de cosechadora				
02-mar-14		Husillos				
<b>Rendimiento Promedio</b>						
1.645 kg/ha		37,1 % Fibra				
<b>Destrucción de rastrojo</b>						
Mecánica		Fecha	02-mar-14		Desmalezado	

## FRONTAL 14 VERMA IZQUIERDA



En este lote, que se caracteriza por tener un suelo poco profundo, con un drenaje deficiente y un alto porcentaje de bajos, las precipitaciones frecuentes que se dieron en los meses de Octubre y Noviembre 2013 determinaron una situación de anegamiento que afectó el establecimiento homogéneo del cultivo y se produjo la emergencia de un menor número de plantas que el esperado (4-5 plantas/m).

**Superficie:** 74 has

**Sistema de Riego:** Secano

**Planilla Resumen de lote F14 Verma Izquierda**

**Lote:** Frontal 14 Verma Izquierda (VI)

**Cultivo antecesor:** Sorgo

**Fecha de Siembra:** 24-sept-13

**Variedad:** DP 402

**Tratamiento de semilla:** Fungicidas (Azoxistrobina+Fludioxinil+Metalaxil), Insecticidas (Imidacloprid+Tiocarb) y Promotor del equilibrio hormonal (Kinetina+Ácido Giberélico+Ácido indol 3 butílico).

**Número de plantas /m:** 5 pl/m

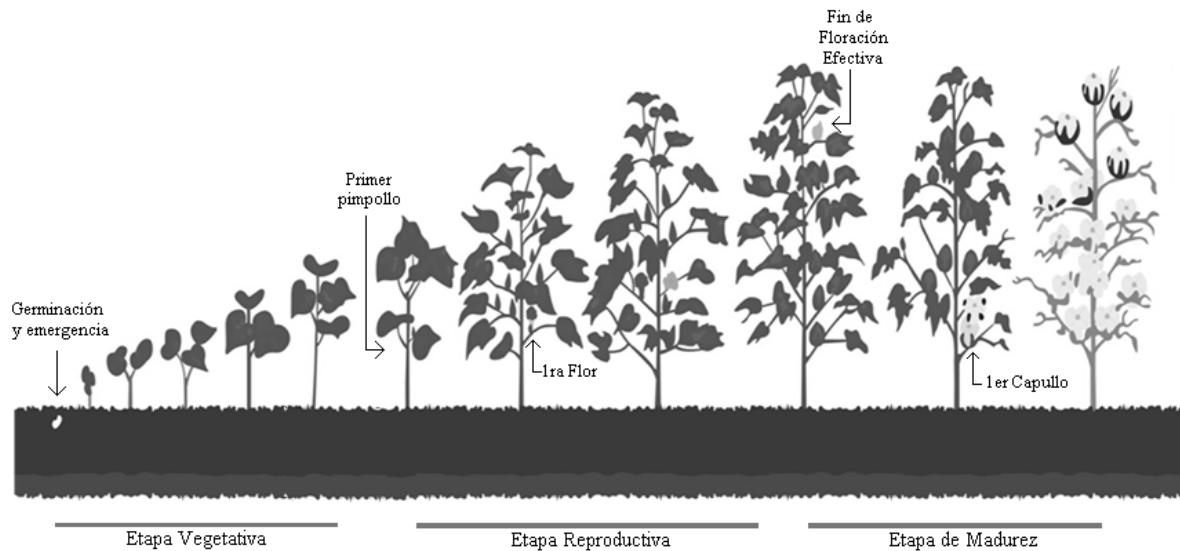
**Distancia entre surco:** 0.38 m

**Labranza :**

Siembra Directa

Herbicidas				
Barbecho	Fecha	10-sep-13	Producto y dosis	Glifosato 1.7 l/ha Dicamba 0.25 l/ha
Preemergente	Fecha	18-sept-13	Producto y dosis	Paraquat 1.7 l/ha
Postemergente	Fecha	23-oct-13	Producto y dosis	Glifosato 2 l/ha
		29-oct-13	Producto y dosis	Glifosato 1.5 l/ha

Fertilización				
Preemergente	Fecha	24-sept-13	Producto y dosis	Nitrodoble 80 kg/ha
Postemergente	Fecha	08-nov-13	Producto y dosis	Smart Foil 1 l/ha
		16-nov-13	Producto y dosis	Smart Foil 1 l/ha



Etapa vegetativa		Etapa Reproductiva		Madurez	
<b>Herbicidas</b>					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
		61	Sheriff Max 0.4 l/ha	125	Sheriff Max 0.5 l/ha

<b>Fertilizantes</b>					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
		56	NO <sub>3</sub> K, Smart Foil 1 l/ha	112	Nitrodoble 70 kg/ha
		83	Smart Foil 1 l/ha		

Insecticidas					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
2 DDS	Cypermetrina 0.2 l/ha	37	Fipronil 0.01 l/ha	103	Alsystin 0.12 l/ha
		43	Passport 0.09 l/ha	113	Mercaptotion+ Altacor 0.8 y 0.025 l/ha
25	Engeo 0.2 l/ha	53	Engeo 0.2 l/ha	125	Fipronil+Furia 0.01 y 0.13 l/ha
		61	Furia 0.1 l/ha		
		68	Mercaptotion+ Altacor 0.8 y 0.025 l/ha		

Fungicidas					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
		68	Amistar Extra 0.25 l/ha	95	Amistar Extra 0.25 l/ha

Regulador de Crecimiento					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
		53	Pix 0.25 l/ha		
		61	Pix 0.5 l/ha	93	Cotton Stop 0.1 l/ha
		86	Cotton Stop 0.05 l/ha		

Defoliantes y Desecantes					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
				141	Finish+Dropp 1 y 0.4 l/ha
				147	Paraquat 2 l/ha

Cosecha				
Fecha inicio de cosecha		Tipo de cosechadora		
02-mar-14		Stripper con cabezal Wouchuk		
Rendimiento Promedio				
1.686 kg/ha		35,6 % Fibra		
Destrucción de rastrojo				
Mecánica	Fecha	02-mar-14	Desmalezado	

### Observaciones:

En este lote, a pesar de que la siembra fue 8 días antes que en el resto, las tercera y cuarta aplicaciones de herbicidas se hicieron **20 y 15 días más tarde**, permitiendo que las malezas llegaran a resentir el crecimiento del cultivo al competir por los recursos luz, agua y nutrientes hasta la semana N°8. También se puede observar que este lote tuvo **una aplicación menos de Glifosato**, la cual se tendría que haber hecho a los 105 DDE, cuando el cultivo ya estaba en cut-out. Estos retrasos en el control de malezas se hicieron evidentes al momento de la cosecha en un cultivo con un intenso grado de enmalezamiento y bajo stand de plantas.

En cuanto a fertilización, este lote no tuvo la aplicación del fertilizante foliar Glytrac que si tuvieron los demás lotes. Glytrac es una suspensión concentrada que actúa sobre la fijación de cápsulas aumentando el número de bochas por planta. Contiene Zinc, Boro, Calcio y Nitrógeno. En los otros lotes este fertilizante se aplicó a los 95 DDE, o sea cuando el cultivo entró en la Etapa de Madurez.

### Registro de lluvias “La Surpina”

Los lotes P44, P47 y P48 están ubicados en el campo “La Surpina”.

En los cuadros se indica el detalle diario de las precipitaciones registradas durante el ciclo del cultivo en la Estación Meteorológica existente en ese campo de la Empresa.

jul-13			ago-13			sep-13		
La Surpina			La Surpina			La Surpina		
Fecha	mm	Total	Fecha	mm	Total	Fecha	mm	Total
13-jul	12		26-agosto	22		08-sept	9	
		<b>12 mm</b>			<b>22 mm</b>	14-sept	3	<b>12 mm</b>

oct-13			nov-13			dic-13		
La Surpina			La Surpina			La Surpina		
Fecha	mm	Total	Fecha	mm	Total	Fecha	mm	Total
10-oct	78		02-nov	52		03-dic	40	
12-oct	79		19-nov	153		06-dic	24	
24-oct	4	<b>168 mm</b>	26-nov	35	<b>261 mm</b>	27-dic	10	<b>74 mm</b>
31-oct	7		27-nov	9				
			29-nov	12				

ene-14			feb-14		
La Surpina			La Surpina		
Fecha	mm	Total	Fecha	mm	Total
03-ene	25		19-feb	52	
08-ene	35		26-feb	50	
11-ene	45	<b>112 mm</b>			<b>102 mm</b>
27-ene	7				

Total llovido en la campaña: 717 mm.



Gráfico 3. Evolución de las precipitaciones durante el cultivo de algodón en la estación de crecimiento 2013/14 en campo "La Surpina".

En los lotes P 44, P 47 y P 48 del campo “La Surpina” el riego se realiza mediante Pivot Central de la marca “Valley” que tiene varias torres separadas entre sí unos 50 m. En la parte superior tiene una tubería en forma de arco que transporta y distribuye el agua, sometida a esfuerzos de presión. La parte inferior está compuesta por tensores que soportan la tracción y permiten descargar el peso de la estructura sobre las torres. Esto último es importante ya que la tubería de un pivote largo puede pesar más de 3 Tn cuando está lleno de agua.

El centro del Pivot es una pirámide y en ella se encuentra el tablero de control, cuya principal función es regular la velocidad de giro de la máquina y con ello la lámina aplicada. En este centro se produce el abastecimiento de agua y energía de propulsión.



**Foto 9: Pirámide del Pivot Central.**

Cada torre posee un motorreductor eléctrico que, a través de 2 diferenciales, hacen girar las ruedas. Las velocidades de desplazamiento de estas torres son bajas alrededor de 3 m/min. Y la potencia de los motores ronda entre 3/4 y 1 ½ hp. Estas ruedas poseen neumáticos de alta flotación para disminuir la compactación del terreno.



**Foto 10: Detalle de una de las torres del Pivot.**

Los emisores que utilizan estos equipos para distribuir el agua son, en general, microaspersores o aspersores de baja presión. Están unidos a la tubería con bajantes que los acercan al terreno para disminuir la deriva y la evaporación. Están ubicados a corta distancia entre sí, logrando una muy buena distribución del agua sobre la superficie. Para lograr que la lámina distribuida sea uniforme, a medida que se alejan del centro los aspersores asperjan más agua, pues las últimas torres barren mayor superficie. En general se va incrementando el diámetro de las toberas hacia el final del equipo.



**Foto 11: Detalle de los aspersores.**

De la última torre se desprende un voladizo de largo variable, buscando lograr el mayor largo posible de mojado.

En cuanto a la lámina de agua aplicada, cada equipo trae consigo una tabla que, en función del caudal y el largo del mismo, nos da la lámina aplicada para cada velocidad de rotación elegida. En general es un timer que da el porcentaje de tiempo que funciona la última torre.

### **Telemetría, GPS, elementos de control**

Entre los avances del riego por pivote de los últimos tiempos que más se destacan está la tecnología de control. Hoy en día un operador sólo debe realizar una rápida programación en el panel de control para seleccionar la dirección y la velocidad deseada de varios pivotes. Es decir, el operador puede regular al detalle cuándo, cuánta y cómo aplica el agua en cualquier fracción del círculo regado por el pivote. Y esta programación la realiza a distancia desde la oficina de Telemetría.

Las láminas de riego aplicadas con los equipos Pivot 44, 47 y 48 durante la campaña 2013/14 fueron las siguientes:

Dto RIEGO UNITEC BIO S.A.		Informe campaña 2013-14					TELEMETRÍA	
Equipos	Cultivos	sep-13	oct-13	nov-13	dic-13	ene-14	Total mm	
P 44	Algodón	80	10		30	45	165	
P 47	Algodón	60	10		30	45	145	
P 48	Algodón	75	10		45	45	175	

El riego de los lotes fue particionado de la siguiente forma:

- Una lámina de riego en SEPTIEMBRE (antes de la siembra) para cargar el perfil.
- Una lámina de riego en OCTUBRE (después de la siembra) para sellar los líneos y asegurar humedad en la cama de siembra.
- Una lámina de riego en DICIEMBRE cuando el cultivo se encuentra en Plena Floración y los requerimientos de agua son Máximos.
- Una lámina de riego en ENERO para asegurar buen crecimiento y maduración de cápsulas.

## PIVOT 44



**Superficie:** 64 has

**Sistema de Riego:** Pivot central

**Planilla Resumen de lote P44**

**Lote:** P 44

**Cultivo antecesor:** Algodón

**Fecha de Siembra:** 06-oct-13

**Variedad:** DP 402

**Tratamiento de semilla:** Fungicidas (Azoxistrobina+Fludioxinil+Metalaxil), Insecticidas (Imidacloprid+Tiodicarb) y Promotor del equilibrio hormonal (Kinetina+Ácido Giberélico+Ácido indol 3 butílico).

**Número de plantas/m:** 8 pl/m

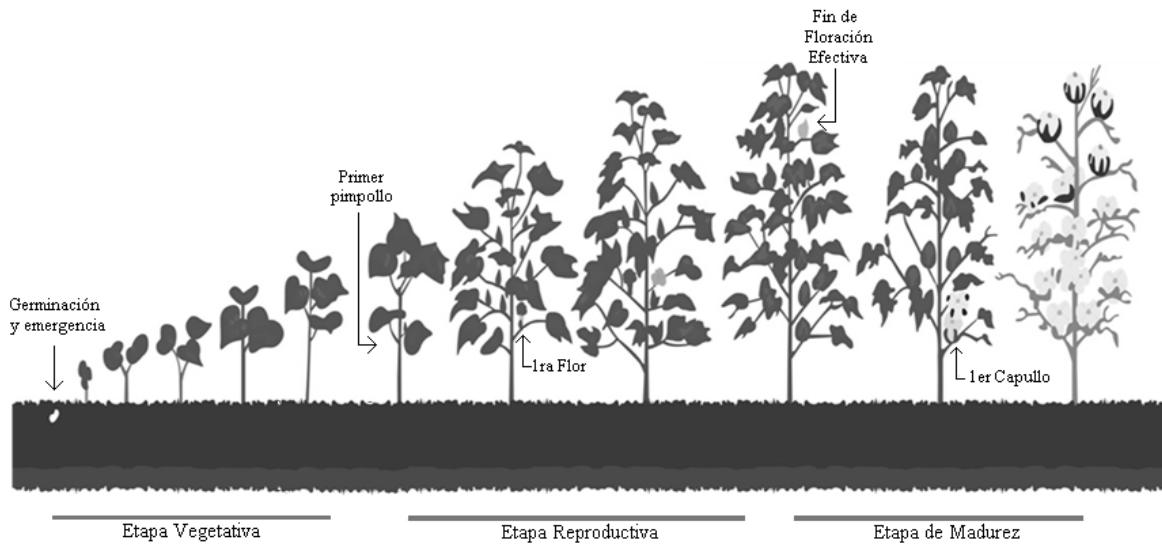
**Distancia entresurco:** 0.38 m

**Labranza:**

Siembra Directa

Herbicidas				
Barbecho	Fecha	17-sep-13	Producto y dosis	Glifosato 2 l/ha Dicamba 0.25 l/ha
Preemergente	Fecha	04-oct-13	Producto y dosis	Paraquat 1.7 l/ha
Postemergente	Fecha	22-oct-13	Producto y dosis	Glifosato 2 l/ha

Fertilización				
Preemergente	Fecha	06-oct-13	Producto y dosis	Nitrodoble 80 kg/ha
Postemergente	Fecha	06-nov-13	Producto y dosis	Nitrodoble 70 kg/ha
		07-nov-13	Producto y dosis	Smart Foil 1 l/ha



Etapa vegetativa		Etapa Reproductiva		Madurez	
<b>Herbicidas</b>					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
28	Sheriff Max 0.5 l/ha			95	Glifosato 2 l/ha
<b>Fertilizantes</b>					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
		58	Smart Foil 1 l/ha	95	Smart Foil 1 l/ha
		74	Smart Foil 1 l/ha		

Insecticidas					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
17-sep-13	Cypermetrina 0.2 l/ha	58	Clorpirifós + Alsystin 0.6 y 0.12 l/ha	95	Mercaptotion+ Furia 0.8 y 0.2 l/ha
8	Fipronil 0.01 l/ha				
23	Engeo 0.2 l/ha	74	Altacor 0.025 l/ha	114	Mercaptotion 0.8 l/ha
29	Altacor 0.025 l/ha	83	Mercaptotion 0.8 l/ha		

Fungicidas					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
		58	Amistar Extra 0.25 l/ha		

Regulador de Crecimiento					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
23	Pix 0.35 l/ha	58	Cotton Stop 0.1 l/ha	95	Cotton Stop 0.1 l/ha
29	Pix 0.5 l/ha	74	Cotton Stop 0.1 l/ha		

Defoliantes y Desecantes					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
				114	Finish+Dropp 1 y 0.4 l/ha
				140	Paraquat 2 l/ha

<b>Cosecha</b>			
Fecha inicio de cosecha		Tipo de cosechadora	
07-mar-14		Stripper con cabezal Argento	
<b>Rendimiento Promedio</b>			
1.838,7 kg/ha		38 % Fibra	
<b>Destrucción de rastrojo</b>			
Mecánica	Fecha	07-mar-14	Desmalezado

## PIVOT 47



**Superficie:** 81 has

**Sistema de Riego:** Pivot Central

**Planilla Resumen de lote P 47**

**Lote:** P 47

**Cultivo antecesor:** Algodón

**Fecha de Siembra:** 02-oct-13

**Variedad:** DP 402

**Tratamiento de semilla:** Fungicidas (Azoxistrobina+Fludioxinil+Metalaxil), Insecticidas (Imidacloprid+Tiocarb) y Promotor del equilibrio hormonal (Kinetina+Ácido Giberélico+Ácido indol 3 butílico).

**Número de plantas/m:** 8 pl/m

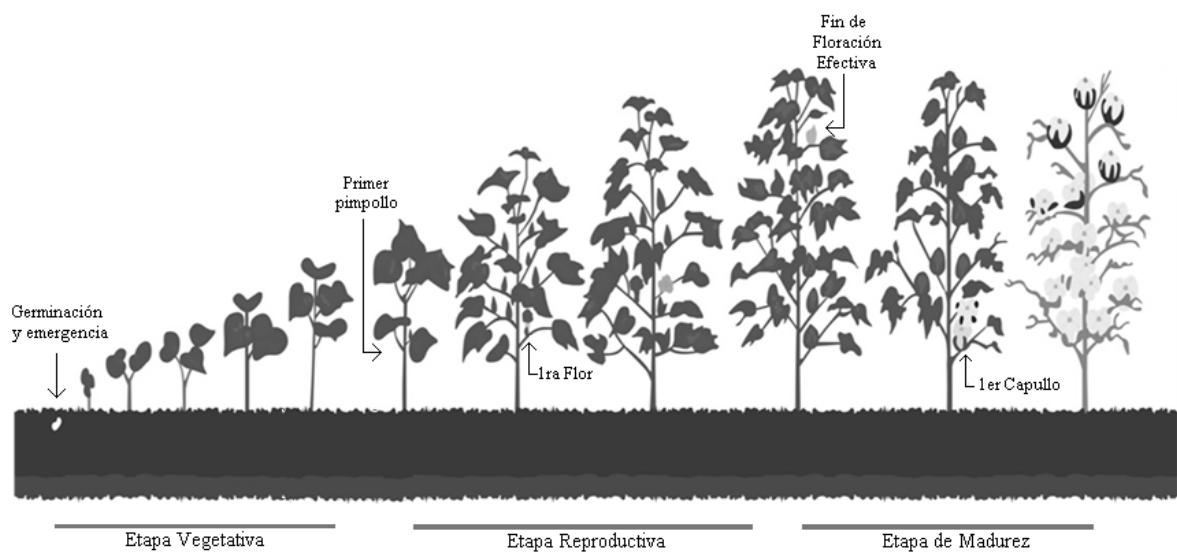
**Distancia entre surco:** 0.38 m

**Labranza:**

Siembra Directa

Herbicidas				
Barbecho 1	Fecha	29-may-13	Producto y dosis	Metsulfurón 0,2 l/ha Dicamba 0.25 l/ha
Barbecho 2	Fecha	12-sept-13	Producto y dosis	Glifosato 2 l/ha Dicamba 0.25 l/ha
Preemergente	Fecha			
Postemergente 1	Fecha	23-oct-13	Producto y dosis	Glifosato 2 l/ha
Postemergente 2	Fecha	13-nov-13	Producto y dosis	Sheriff Max 0,4 l/ha

Fertilización				
Preemergente	Fecha	02-oct-13	Producto y dosis	Nitrodoble 80 kg/ha
Postemergente 1	Fecha	06-nov-13	Producto y dosis	Nitrodoble M 70 kg/ha Smart Foil 1 l/ha
Postemergente 2	Fecha	17-dic-13	Producto y dosis	Smart Foil 1 l/ha



Etapa vegetativa		Etapa Reproductiva		Madurez	
<b>Herbicidas</b>					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
33	Sheriff Max 0.4 l/ha			98	Glifosato 2 l/ha
<b>Fertilizantes</b>					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
		67	Smart Foil 1 l/ha	99	Glytrac 2 l/ha
		78	Smart Foil 1 l/ha		

<b>Insecticidas</b>					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
24-sep-13	Cypermetrina 0.2 l/ha	68	Clorpirifos + Alsystin 0.6 y 0.12 l/ha	100	Mercaptotion + Furia 0.8 y 0.2 l/ha
13	Fipronil 0.01 l/ha				
27	Engeo 0.2 l/ha	79	Altacor 0.025 l/ha	119	Mercaptotion 0.8 l/ha
34	Altacor 0.025 l/ha	88	Mercaptotion 0.8 l/ha		
<b>Fungicidas</b>					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
		68	Amistar Extra 0.25 l/ha		

<b>Regulador de Crecimiento</b>					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
26	Pix 0.35 l/ha	67	Cotton Stop 0.1 l/ha	99	Cotton Stop 0.12 l/ha
33	Pix 0.5 l/ha	78	Cotton Stop 0.1 l/ha		
		80	Cotton Stop 0.1 l/ha		
<b>Defoliantes y Desecantes</b>					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
				120	Finish+Dropp 1 y 0.4 l/ha
				144	Paraquat 2 l/ha

<b>Cosecha</b>			
Fecha inicio de cosecha		Tipo de cosechadora	
06-mar-14		Stripper con cabezal Wouchuk	
<b>Rendimiento Promedio</b>			
2.159 kg/ha		35,5 % Fibra	
<b>Destrucción de rastrojo</b>			
Mecánica	Fecha	06-mar-14	Desmalezado

## PIVOT 48



**Superficie:** 83 has

**Sistema de Riego:** Pivot Central

## Planilla Resumen de Lote

**Lote:** P 48

**Cultivo antecesor:** Algodón

**Fecha de Siembra:** 02-oct-13

**Variedad:** DP 402

**Tratamiento de semilla:** Fungicidas (Azoxistrobina+Fludioxinil+Metalaxil), Insecticidas (Imidacloprid+Tiodicarb) y Promotor del equilibrio hormonal (Kinetina+Ácido Giberélico+Ácido indol 3 butílico).

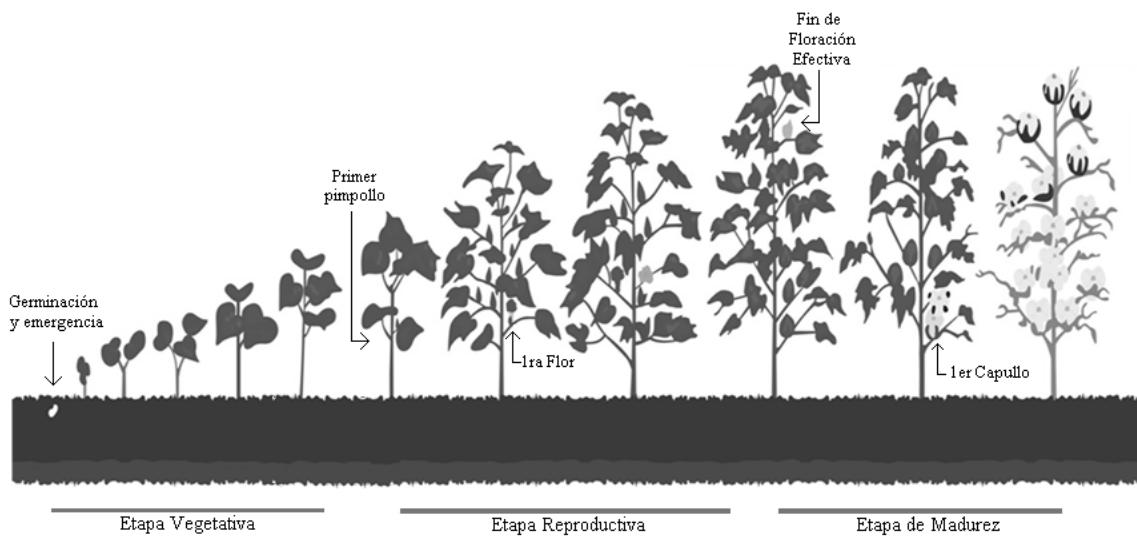
**Número de plantas/m:** 8 pl/m

**Distancia entresurco:** 0.38 m

**Labranza:**

Siembra Directa

Herbicidas				
Barbecho	Fecha	12-sep-13	Producto y dosis	Glifosato 1.7 l/ha Dicamba 0.25 l/ha
Preemergente	Fecha	25-sept-13	Producto y dosis	Paraquat 1.5 l/ha
Postemergente	Fecha	20-oct-13	Producto y dosis	Glifosato 2 l/ha



Etapa vegetativa		Etapa Reproductiva		Madurez	
<b>Herbicidas</b>					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
		35	Sheriff Max 0.4 l/ha	100	Glifosato 2 l/ha
<b>Fertilizantes</b>					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
27	Nitrodoble M 70kg/ha	63	Smart Foil 1 l/ha	100	Smart Foil 1 l/ha
28	Smart Foil 1 l/ha	80	Smart Foil 1 l/ha		

Insecticidas					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
25-sep-13	Cypermetrina 0.2 l/ha	63	Clorpirifos + Alsystin 0.6 y 0.12 l/ha	100	Mercaptotion+ Furia 0.8 y 0.2 l/ha
28	Engeo 0.2 l/ha				
35	Altacor 0.25 l/ha	80	Altacor 0.025 l/ha		
		88	Mercaptotion 0.8 l/ha		

Fungicidas					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
		63	Amistar Extra 0.25 l/ha	100	Tebuzin 0.8 l/ha

Regulador de Crecimiento					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
28	Pix 0.35 l/ha	35	Pix 0.5 l/ha		
		63	Cotton Stop 0.1 l/ha	100	Cotton Stop 0.1 l/ha
		80	Cotton Stop 0.1 l/ha		

Defoliantes y Desecantes					
DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis	DDE	Producto y dosis
				120	Finish+Dropp 1 y 0.4 l/ha
				144	Paraquat 2 l/ha

<b>Cosecha</b>			
Fecha inicio de cosecha		Tipo de cosechadora	
06-mar-14		Husillos	
<b>Rendimiento Promedio</b>			
2.372 kg/ha		39,1 % Fibra	
<b>Destrucción de rastrojo</b>			
Mecánica	Fecha	06-mar-14	Desmalezado

### Cosecha

Para la cosecha se contó con cinco equipos que el Establecimiento Don Panos tenía contratado en ese momento: Cosechadora con sistema picker John Deere 9970 sobre lote regado con Avance Frontal, Cosechadora con sistema picker John Deere 9970 sobre lote regado con Pivot (foto N°); y los equipos con sistema de recolección stripper fueron: Cosechadora con cabezal Wouchuk sobre lote regado con Avance Frontal, Cosechadora con cabezal Wouchuk sobre lote regado con Pivot, Cosechadora con cabezal Argento con pre-limpieza.

Tratamiento	Características
F12 VD PK	Equipo autopropulsado con sistema de cosecha picker de 5 cuerpos cosechadores sobre lote regado con Avance Frontal
F14 VI ST	Autopropulsada con sistema stripper cabezal Wouchuk sobre lote en secano
P44 Argento	Autopropulsada con sistema stripper c/pre-limpieza sobre lote regado con Pivot
P47 Wouchuk	Autopropulsada con sistema stripper cabezal Wouchuk sobre lote regado con Pivot
P48 PK	Equipo autopropulsado con sistema de cosecha picker de 5 cuerpos cosechadores sobre lote regado con Pivot

**Tabla 1:** Descripción de los equipos de cosecha utilizados por tratamiento



**Foto 12:** Cosechadora picker John Deere 9970



**Foto 13:** Detalle de husillos y cuchillas para cortar plantas del liño adyacente en algodón surco estrecho.



**Foto 14:** Cosechadora stripper autopropulsada modificada por la Empresa WOUCHUK.



**Foto 15:** Cosechadora stripper modificada por la Empresa Argento con sistema de prelimpieza.



**Foto 16:** Modulado del Algodón cosechado.

Para evaluar las **pérdidas de pre-cosecha** se delimitó con 4 estacas y una soga un área de 4 m<sup>2</sup> en 5 puntos representativos de cada lote. En ellos se recolectó todo el algodón que estaba en el suelo y que no podía ser juntado por la cosechadora, colocándolo en bolsas rotuladas para su posterior pesaje.

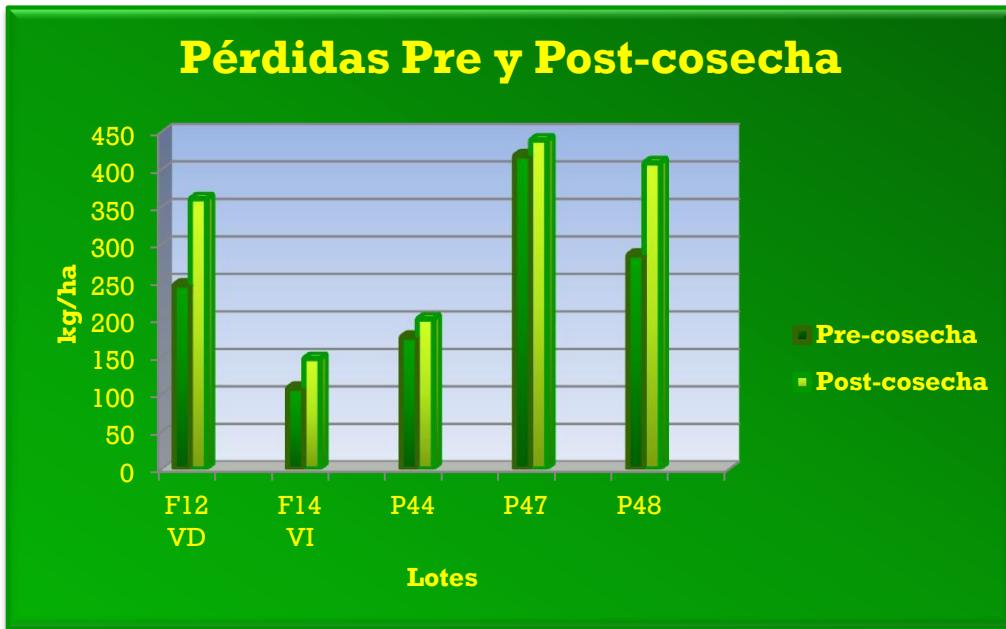
Después de que la cosechadora pasó por el área delimitada, se repitió el proceso de recolección y embolsado con la fibra que quedó sin recolectar, para luego pesarla y determinar así **pérdidas de post-cosecha**.



**Foto 17:** Evaluación de pérdidas de pre y post-cosecha.

Lote	Tipo de cosechadora	Pérdida de Pre cosecha (en suelo) kg/ha	Pérdida Post cosecha kg/ha	Rendimiento Fibra kg/ha
F12 VD	Husillos rollo surcos apareados	245	360	1.645
F14 VI	Stripper autopropulsada Wouchuk	107,4	147	1686
P44	Stripper autopropulsada Argento	175,4	199,6	1.839
P47	Stripper autopropulsada Wouchuk	417,3	438,3	2.159
P48	Husillos rollo surcos apareados	285	407,9	2.372

**Cuadro 8:** Detalle de pérdidas Pre y Post-cosecha por lote y por cosechadora.



**Gráfico 4:** Detalle de pérdidas Pre y Post-cosecha

La **mayor pérdida de pre-cosecha** se dio en el lote P47, el cual se había defoliado el 06-Feb-14, y se encontraba en condiciones de ser cosechado el 20-Feb-14. Sin embargo, la ocurrencia de abundantes lluvias (19-Feb y 26-Feb) hicieron que la cosecha se retrasara y un alto porcentaje de fibra de cápsulas totalmente abiertas se volcara en el suelo. Además el retraso de la cosecha y las condiciones ambientales propiciaron el rebrote del cultivo. Entonces el 1-Mar-14, cuando los suelos permitieron el tránsito de maquinarias, fue necesario hacer aplicación de Paraquat para desecar el rebrote. Esta pulverización adicional aumentó el vuelco de fibra.

La **menor pérdida de pre-cosecha** se dio en el lote F14 Verma Izquierda no porque hubiera menos vuelco de fibra, sino por tener un muy bajo stand de plantas y éstas con muy pocas posiciones con cápsulas maduras.

Contrariamente a lo que se suponía, la **mayor pérdida de Post-cosecha** se dio en el lote P47, donde se trabajó con una Stripper con cabezal Wouchuk. Esto sucedió porque el maquinista realizó la labor excediendo la velocidad de 6 km/h recomendada para una recolección eficiente de la fibra. Así esta máquina dejó aún más fibra sin juntar que los Sistemas Picker.

Nuevamente la **menor pérdida Post-cosecha** estuvo en el lote F14 Verma Izquierda por su bajo stand de plantas (4-5 plantas/metro) y por tener la mayoría de las cápsulas inmaduras, con una apertura deficiente.

Es destacable, los **bajos niveles de pérdidas de Pre y Post-cosecha** que se dieron en el lote P44, que se cosechó con una **Stripper con cabezal Argento** y el cultivo recolectado tenía un buen stand de plantas (10-11 plantas/m), con 4-5 posiciones por planta con cápsulas maduras.

### Desmote



Foto 18: Vista Exterior de la Desmotadora

De la tolva de cada uno de los equipos de cosecha monitoreados se tomaron 3 muestras de algodón en bruto (R1, R2, R3) para luego proceder a su desmote. Para el desmote se utilizó una desmotadora didáctica que en el establecimiento la llaman “Baby”. En ella se producen las fases de limpieza de la fibra y desmote pero, con respecto a la desmotadora industrial, le falta la fase de peinado de la fibra.



**Foto 19:** Desmote de muestras de algodón con desmotadora "Baby".

Una vez desmotado el algodón, se pesaron las diferentes fracciones obtenidas: fibra, semillas e impurezas. Esto se hizo para cada una de las 3 muestras de cada Tratamiento. De esta manera se pudo determinar para cada caso: rendimiento de fibra, porcentaje de semilla y contenido de impurezas promedio.



**Foto 20:** Fracciones obtenidas al desmote: fibra, semillas e impurezas.

## Rendimiento de Fibra y Contenido de Impurezas

El **mayor rendimiento de fibra** se obtuvo mediante el sistema de cosecha **Picker (Pivot 48 PK)** debido a que, por tener husillos que enrollan sólo la fibra de las cápsulas, recolecta menos impurezas. A su vez este rendimiento fue mayor en el lote regado con Pivot , que recibió un riego más uniforme y no le faltó agua en el período crítico que va desde pimpollado hasta fin de floración efectiva.

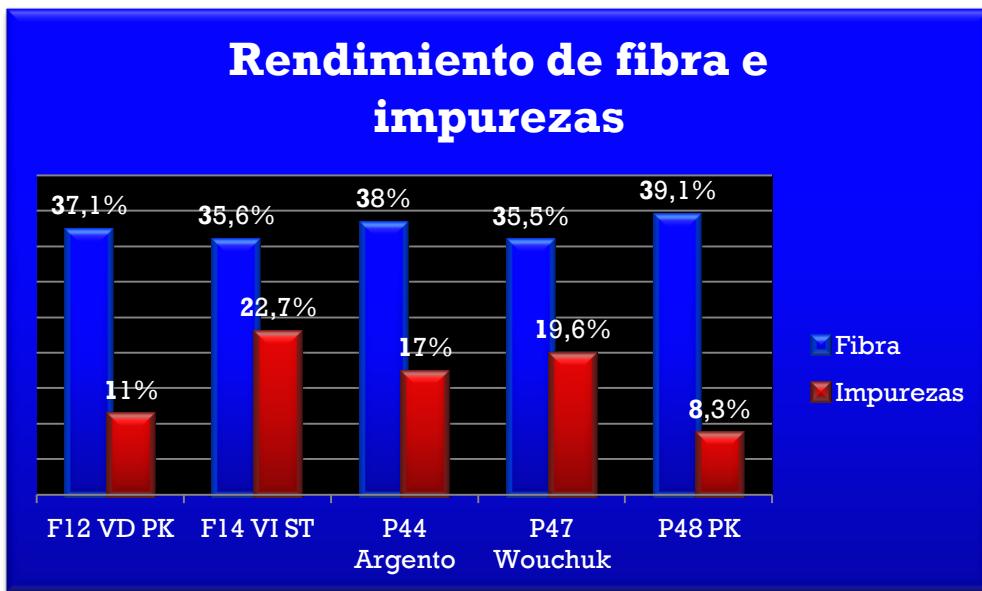


Gráfico 5. Rendimiento de fibra y contenido de impurezas por tratamiento.

El **mayor contenido de impurezas** fue obtenido por el sistema **Stripper** debido a que éste cuenta con puntones que van recolectando todo lo que se encuentra en la planta, desde bochas perfectamente abiertas hasta las inmaduras que no se abrieron bien. Además este resultado se dio en el lote F14 VI el cual, se manejó en condiciones de secano y al momento de la cosecha tenía un bajo stand de plantas (5,6 pl/m), un alto porcentaje de cápsulas inmaduras (33%) y un intenso grado de enmalezamiento. Entre los sistemas Stripper, el **menor contenido de impurezas** se dio en la máquina con **cabezal Argento**, poniendo en evidencia como el **equipo de pre-limpieza** disminuye las impurezas en el algodón en bruto.

## Resultados

### Parámetros de calidad de fibra

Para el análisis de la calidad tecnológica de la fibra se tomaron cuatro parámetros principales que determinan la calidad: **Micronaire**, expresado en microgramos por pulgada de longitud; **Resistencia**, expresada en g/tex; **Longitud de fibra**, expresada en milímetros; **Uniformidad** (relación entre la longitud media y la longitud media de la mitad superior), expresada en porciento. Todos estos parámetros tienen el carácter de ser objetivos y fueron determinados con instrumental especializado (**HVI**: “High Volume Instrument”).

Como ocurre en varios países productores de algodón en la empresa UNITEC AGRO se recorta una muestra de cada fardo que sale de la Prensa de la Desmotadora.



Foto 21: Prensado del fardo y extracción de muestras.

Las condiciones atmosféricas pueden hacer variar los parámetros de calidad de fibra. Es por eso que las muestras se deben estabilizar durante 48 horas en el Laboratorio de Clasificación que tiene una **temperatura** y **humedad** controladas: la temperatura es mantenida a **21°C**, más menos 1°C, y la humedad relativa es mantenida a **65%**, más menos 2%.



**Foto 22:** Estabilización de muestras en el Laboratorio de Clasificación.

De la misma manera, de la Fibra obtenida tras el desmote en la Desmotadora didáctica, se tomaron 3 muestras de cada Tratamiento para proceder a su estabilizado por 48 horas en el Laboratorio de Clasificación en las condiciones de temperatura y humedad antes mencionadas ( $21+ -1^{\circ}\text{C}$ ,  $65 + -2\%$ ).



**Foto 23:** Estabilizado de la fibra desmotada de las 3 muestras (R1, R2 y R3) de uno de los tratamientos del ensayo.

De la tolva de cada uno de los equipos de cosecha evaluados se había tomado 3 muestras (R1, R2 y R3). Tras el desmote de esas muestras, se procedió al estabilizado de la fracción Fibra de cada una de las mismas para su análisis por Instrumento de Alto Volumen (HVI).

Para analizar los parámetros de calidad de fibra se tomaron 5 submuestras de cada muestra, obteniéndose valores de Micronaire, Resistencia, Longitud y Uniformidad para cada una de ellas.



**Foto 24:** Análisis de 5 submuestras de cada una de las 3 muestras de cada Tratamiento.

Luego, mediante una función del Instrumento de Alto Volumen se obtiene el promedio de las 5 submuestras y toda esta información (de submuestras individuales y promedio) se imprime en una hoja donde, además de la identificación de la muestra y submuestras, figura la fecha y la hora de realización del análisis.

### **Pasos en la medición de parámetros de calidad de fibra con Instrumento de Alto Volumen**



**Foto 25: Paso 1:** Determinación del **color** del algodón por el grado de reflectancia (Rd) y amarillez (+b).



**Foto 26: Paso 2:** Determinación del **Micronaire o grosor de la fibra** que es un índice de finura y madurez de la fibra.



**Foto 27: Paso 3:** Determinación de longitud, uniformidad y resistencia de la fibra.

Con los datos obtenidos, se realizó un análisis de la varianza, usando el Test de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) para determinar las diferencias estadísticas mínimas entre tratamientos.

Una vez realizadas dichas determinaciones con HVI la fibra de algodón se evaluó según su **Calidad Comercial**. En Argentina, se dispone de Patrones Oficiales de Calidad Comercial de Fibra de Algodón, compuestos por siete Grados (A, B, C, C<sub>1/2</sub>, D, E y F), correspondiendo la mayor calidad al Grado A y la más baja al F. Sin embargo, el Técnico Clasificador explicó que, desde que no hay cosecha manual del algodón, no se ve más el Grado A. Por eso los Patrones de este Grado ya prácticamente no se usan.

Estos patrones son renovados cada cuatro años, adaptándolos a las calidades representativas de las últimas campañas algodoneras argentinas.



**Foto 28:** Determinación del Grado Comercial por comparación con los Patrones Oficiales de Calidad Comercial de Fibra de Algodón.

Usualmente, el algodón de la empresa UNITEC AGRO se clasifica entre los Grados C y D.

Los resultados obtenidos en la clasificación según el Grado Comercial así como los resultados promedios de la evaluación de parámetros de calidad de fibra en cada Tratamiento ( distintos equipos de cosecha) se observan en la **Tabla 1**.

Tratamiento	Sistema de Cosecha	Grado Comercial	Longitud	Uniformidad	Resistencia	Micronaire
<b>F 12 VD</b>	Picker autopropulsada John Deere 9970, 0.38 m	C 7/8	28,6 mm	81,90%	33,4 g/tex	4,20 µg/pulg
<b>P 47</b>	Stripper autopropulsada cabezal Wouchuk	C 3/4	27,3 mm	80,90%	30,2 g/tex	4,15 µg/pulg
<b>P 44</b>	Stripper autopropulsada cabezal Argento	D	27,04 mm	80,90%	29,7 g/tex	4,31 µg/pulg
<b>F 14 VI</b>	Stripper autopropulsada cabezal Wouchuk	D	27,06 mm	80,90%	30,03 g/tex	4,28 µg/pulg
<b>P 48</b>	Picker autopropulsada John Deere 9970, 0.38 m	C 3/4	28,5 mm	82,50%	30,3 g/tex	4,23 µg/pulg

**Tabla 2.** Grado comercial y promedios de parámetros de calidad de fibra en diferentes sistemas de producción de algodón en la empresa UNITEC AGRO.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

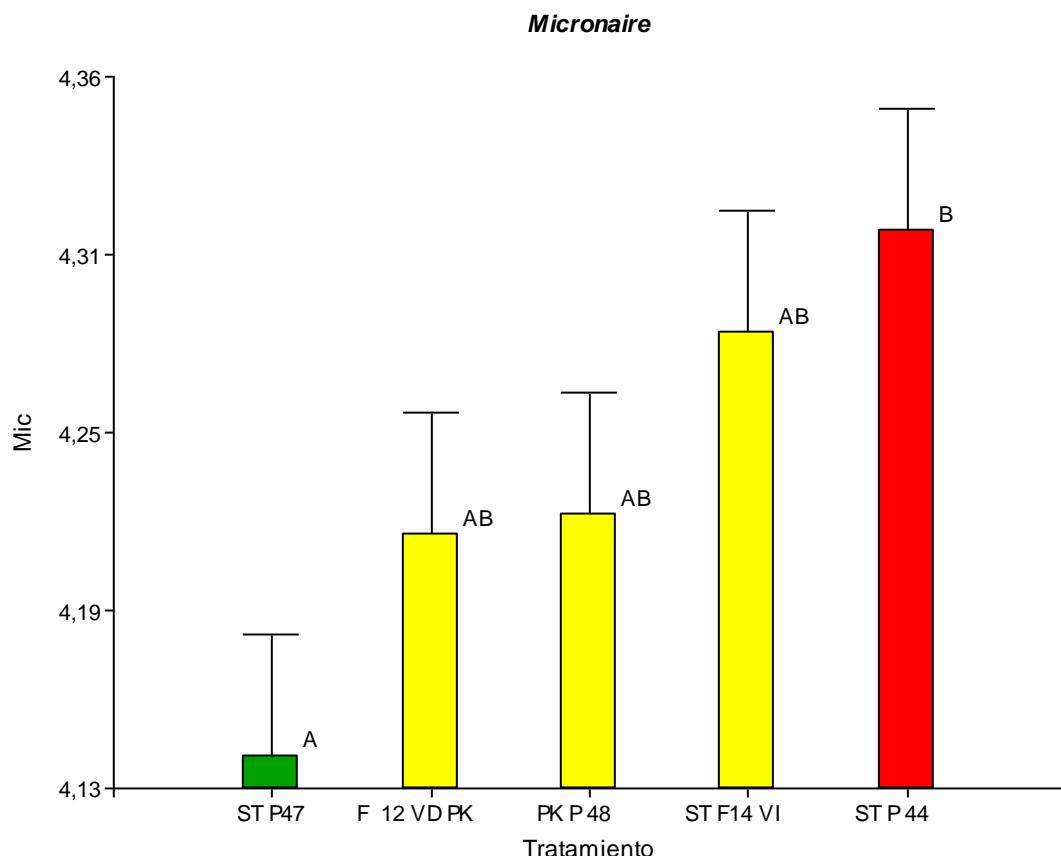
### Micronaire

Es el peso de la fibra por unidad de longitud, expresado en microgramos por pulgada de longitud. A este parámetro se lo clasifica en:

- Muy Fino: Inferior a 3,0.
- Fino: 3,0 - 3,9.
- Medio: 4,0 - 4,9.
- Grueso: 5,0 – 5,9.
- Muy Grueso: Superior a 5,9.

Comercialmente se clasifica en:

- Rango de **Premio** (3,7 – 4,2)
- Rango de **Base** (3,5 – 3,6 y 4,3 -4,9)
- Rango de **Descuento** (< 3,4 y > 5,0)



**Gráfico 6:** Valores de micronaire en función de los tratamientos.

Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento **ST P44** obtuvo los **valores máximos de micronaire (4.31)**, mientras que los **menores** se obtuvieron con **ST P47 (4.15)**. Los restantes tratamientos no fueron diferentes significativamente entre ellos observándose valores medios entre 4.20 y 4.28.

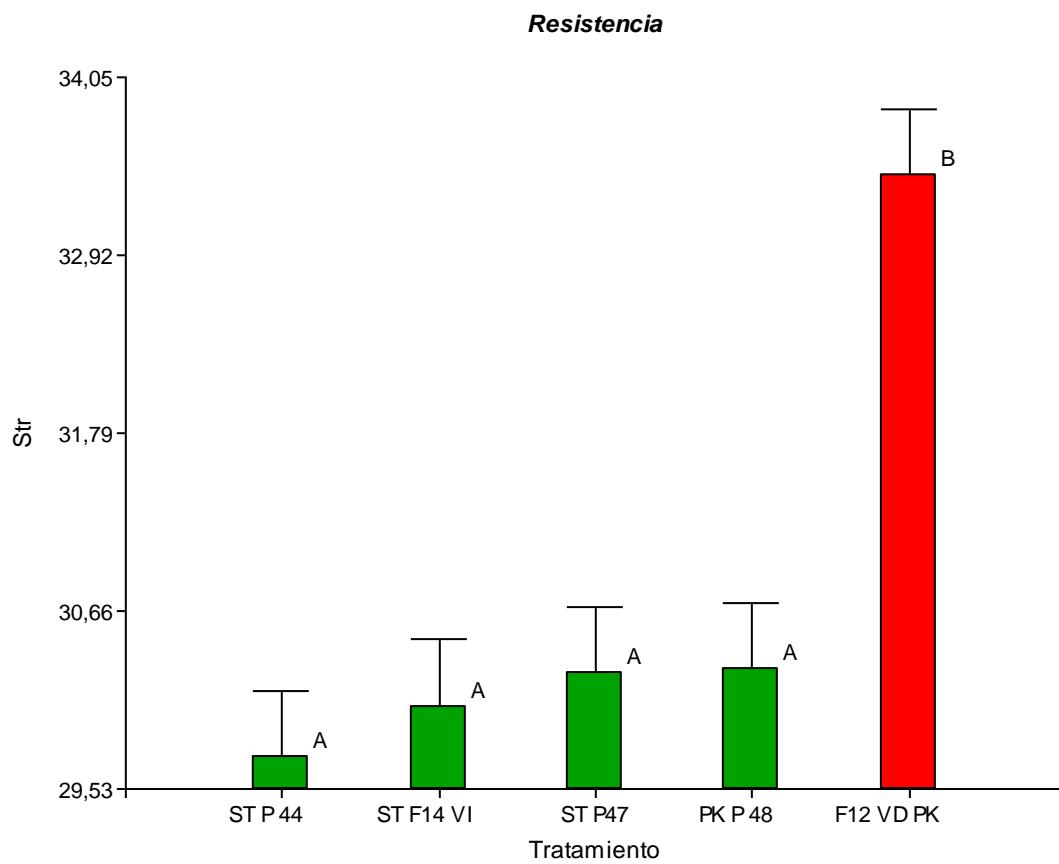
El ST P44 se cosechó con maquinaria stripper, cabezal argento, con buenas condiciones de defoliación y desecación, bajo nivel de frutos inmaduros, buen stand de plantas, lote uniforme, libre de malezas, un total de 165 mm de riego por sistema de pivot, fertilización nitrogenada de base y en prefloración. Mientras que el ST P47 recibió solo 145 mm de irrigación y menos dosis de Smart foil (fertilización foliar).

Entre los tratamientos F 12, P 48 y F14 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Los valores de Micronaire de los tratamientos F 12 y P 48 se encuentran en el Rango de Premio: 4.21- 4.22. Se cosecharon con maquinaria picker, con buenas condiciones de defoliación aunque con problemas de rebrotes no totalmente secos. Estos lotes fueron bastante uniformes, presentando buen stand de plantas, libres de malezas, bajo nivel de frutos inmaduros, un total de 175 mm de riego por sistema pivot en lote P 48 y un total de 55 mm de riego por sistema de avance frontal en lote F 12. Esta diferencia en la lámina de riego aplicada no afectó a la variable Micronaire porque entre los 20 y 60 días después de floración, que es cuando la misma se define, en el lote F 12 las lluvias fueron abundantes y frecuentes.

El valor de Micronaire del tratamiento F 14 es 4,28 y se acerca al Rango de Base (4,3 – 4,9). Este tratamiento se caracterizó por tener un bajo stand de plantas (5 pl/m) debido a problemas de anegamiento durante el establecimiento del cultivo. Es por eso que a pesar de haberse desarrollado en condiciones de secano tuvo altos valores de Micronaire como consecuencia de una menor competencia entre plantas por los recursos disponibles (agua, radiación y nutrientes) y también gracias a una buena pluviometría durante el período de llenado de las cápsulas.

## Resistencia

La base de comercialización para el parámetro resistencia de fibra es de **26 g/tex**. En este caso también se obtuvieron diferencias estadísticas significativas (**Gráfico 5**) pero los valores obtenidos en cada tratamiento (equipo de cosecha) fueron superiores a la Base de Comercialización, pudiéndose clasificar el material obtenido como “**Fibra de Alta Resistencia**”.



**Gráfico 7:** Resistencia de Fibra promedio para cada tratamiento. Letras iguales no difieren estadísticamente.

El mayor valor promedio obtenido fue **33,4 g / tex** en el tratamiento F 12, siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos. Como valores intermedios se encuentran los tratamientos P 48 (30,3 g / tex), P 47 (30,2 g / tex) y F 14 (30,03 g / tex) que no tienen diferencias significativas entre ellos. El menor valor obtenido fue para el tratamiento P 44 con **29,7 g / tex**, no siendo significativas las diferencias con los tres anteriores.

Los tratamientos utilizados no tuvieron influencia sobre la base de comercialización de este parámetro.

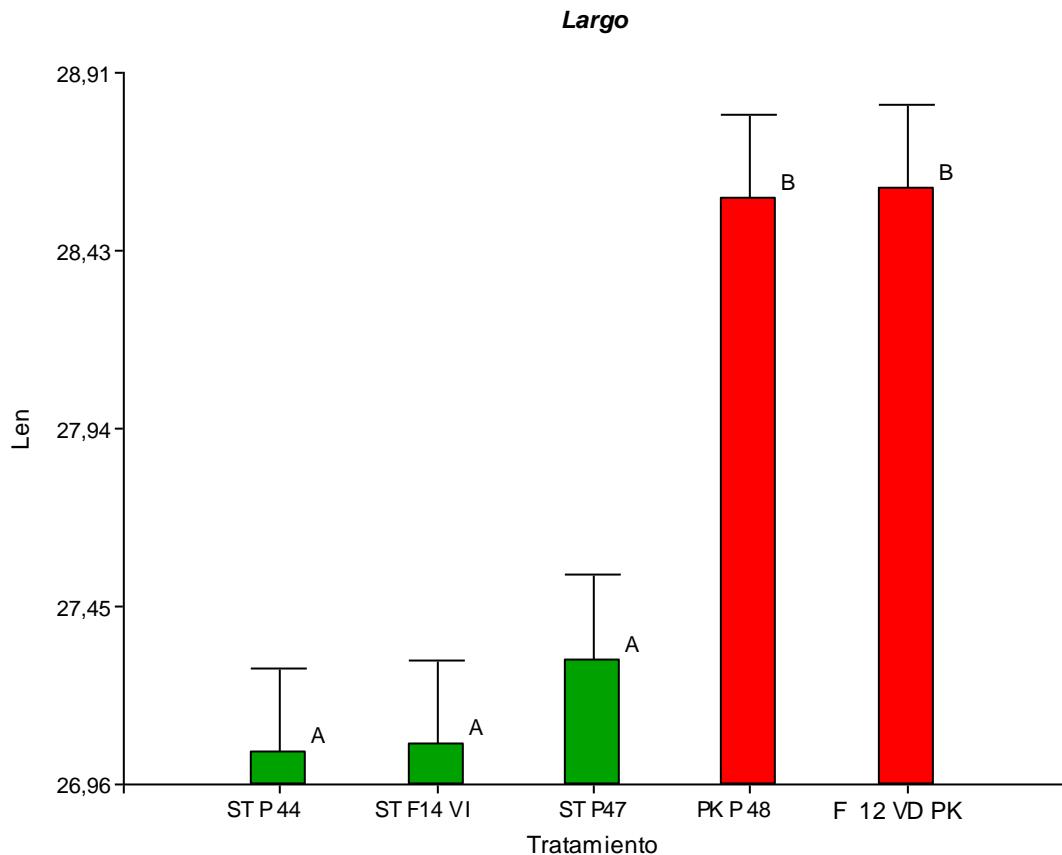
### Longitud de Fibra

Es la longitud media de la “mitad superior” (las más largas) de la población de fibras. Se expresa en milímetros (mm) y se puede clasificar en:

- **Corta:** inferior a 25,1 mm
- **Media:** 25,1 a 27,9 mm

- **Larga:** 27,9 a 32,0 mm
- **Muy larga:** superior a 32,0 mm

La **base de comercialización** para este parámetro es de **27 mm**.



**Gráfico 8:** Longitud de Fibra promedio para cada tratamiento. Letras iguales no difieren estadísticamente.

Los valores de longitud de fibra obtenidos para los equipos de cosecha **Stripper** pueden ser clasificados como **fibras de longitud media**. En cambio los valores de longitud de fibra obtenidos para los equipos de cosecha **Picker** pueden ser clasificados como **fibras de longitud larga**. Para el presente caso, todos los tratamientos obtuvieron **valores superiores al umbral señalado para la comercialización (27 mm)**.

Los **mayores valores** se dieron en los tratamientos **F 12 (28,6 mm) y P 48 (28,5 mm)**, en los cuales el algodón fue cosechado con máquinas Picker que al enrollar la fibra con los husillos tiene un tratamiento más suave de la misma. Además el

tratamiento P 48 fue el que recibió el mayor milimetraje de riego (175 mm) y el tratamiento F 12, si bien sólo recibió 55 mm mediante riego, tuvo buen milimetraje proveniente de lluvias durante floración y llenado de cápsulas. En cuanto a fertilización, el tratamiento F 12 tiene una aplicación a la siembra de 80 kg/ha de Nitrodoble y otra de 70 kg/ha de Nitrodoble a los 115 días después de la emergencia, en el momento del llenado de cápsulas. Mientras que el tratamiento P 48 no tiene fertilización de base a la siembra sino una aplicación de 70 kg/ha de Nitrodoble a los 30 DDS, coincidiendo con el Inicio de Floración que es cuando se produce el pico de demanda de N por parte del cultivo. Es sabido que el carácter “**longitud de fibra**” tiene un fuerte componente genético, pero en el caso de estos tratamientos la buena disponibilidad hídrica y una adecuada nutrición han contribuido a que este parámetro se exprese en un óptimo potencial.

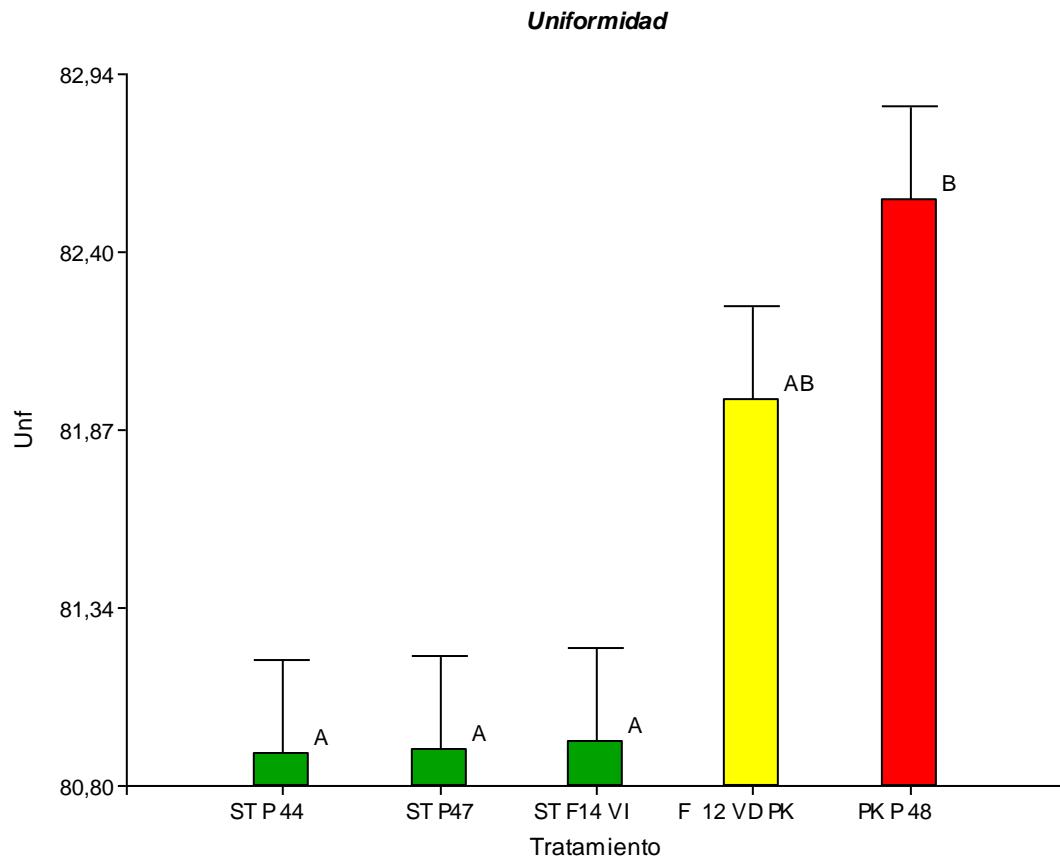
Los **menores valores** obtenidos y estadísticamente diferentes a los dos anteriores fueron los tratamientos **P 47 (27,3 mm); F 14 (27,06 mm)** y **P 44 (27,04 mm)**, sin que entre estos equipos existan diferencias estadísticas. En estos lotes la cosecha se realizó con el sistema stripper que, como vimos en gráficos anteriores, proporciona un algodón que llega a la desmotadora con mayores niveles de impurezas que el algodón cosechado con picker. La longitud de la fibra es fundamentalmente determinada por la variedad, pero en este caso una limpieza o secado excesivo en la desmotadora pueden haber determinado una longitud de fibra más corta. Porque en lo que se refiere a disponibilidad hídrica y fertilización, los tratamientos **P 47 (145 mm)** y **P 44 (165 mm)** no tuvieron limitaciones que condicionaran la expresión de una mayor longitud de fibra. En cambio en el caso del tratamiento **F 14 (cultivado en condiciones de secano)**, el cultivo experimentó deficiencias hídricas y de nutrientes durante los primeros 20 días después de floración por la competencia que ejercieron las malezas, dando lugar a menor longitud de fibra.

Según la Cámara Algodonera Argentina, para la comercialización de fibra de grado D o D ½, la **longitud tiene que ser igual o mayor a 27 mm**. Por lo tanto los tratamientos utilizados **no afectaron comercialmente a este parámetro de la fibra**.

### **Uniformidad de Fibra**

La uniformidad de la longitud de fibra es la relación entre la longitud media y la longitud media de la mitad superior de las fibras y es expresada en porcentaje. Comercialmente se clasifica en Uniformidad **Muy Baja** (< 77%), **Baja** (77% - 79%), **Media** (80% - 82%), **Alta** (83% - 85%) y **Muy Alta** (> 85%).

La fibra obtenida en este ensayo puede ser clasificada como fibra de “**Media Uniformidad**” para todos los tratamientos evaluados. Aunque hay diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (equipos de cosecha) ellas no alcanzan para cambiar la clasificación (Gráfico 9).



**Gráfico 9:** Uniformidad de fibra promedio por tratamiento. Letras iguales no difieren estadísticamente.

El tratamiento P 48 obtuvo el mayor valor de Uniformidad de Fibra (82,5%), siendo estadísticamente diferente a los tratamientos P 44, P 47 y F 14, pero no de F12 (81,9%). El menor valor logrado corresponde a los tratamientos P 44, P 47 y F 14 (80,9% en los tres tratamientos) y son estadísticamente iguales (Gráfico 7).

Los **sistemas stripper** (P 44, P 47, F 14) tuvieron el menor valor de Uniformidad de Fibra porque recolectan mayor cantidad de fibras cortas cuando “levantan” cápsulas que no se han desarrollado fisiológicamente por completo y que en un sistema pickers quedan en la planta.

## CONCLUSIONES

La presente pasantía permitió generar información acerca de los parámetros de calidad de fibra afectados según prácticas de manejo, condiciones ambientales y tipos de cosecha mecánica. Las conclusiones específicas se detallan a continuación:

- El sistema de cosecha **Picker produce algodón con menor porcentaje de impurezas y mayor rendimiento al desmote** respecto de los equipos Stripper evaluados.
- Las pérdidas en el momento de la cosecha fueron mayores con Cosechadoras Picker que con Cosechadoras Stripper. Las mismas fueron un **14%** mayor en **Precosecha** y un **47%** mayor en **Postcosecha**.
- El promedio de Rendimiento de fibra de los sistemas stripper fue de **36,4%**.
- El parámetro **Uniformidad de Fibra no fue afectado** por los tratamientos (equipos de cosecha). A pesar de la variabilidad observada entre los diferentes tratamientos evaluados, **ésta no hace cambiar la clasificación de “Uniformidad Media” que obtuvieron todos los algodones del ensayo. Y esta clasificación es comercialmente aceptable.**
- En el parámetro **Micronaire** tanto el mínimo valor (ST P 47= 4.15 mg/pulg) como el Máximo (ST P 44= 4.31 mg/pulg) se encuentran dentro de la categoría **Grosor Medio** (4,0 – 4,9 mg/ pulg). En cuanto a la clasificación comercial la mayoría de los tratamientos entran dentro del **Rango de Premio**, excepto el Máximo Micronaire (ST P 44= 4.31 mg/pulg) que entra dentro del **Rango de Base**. Por lo tanto los distintos tratamientos (equipos de cosecha) no afectan la valoración comercial de este parámetro.
- El parámetro **Resistencia** de Fibra tampoco se vio afectado por los diferentes tratamientos ya que todas las muestras tienen valores superiores a la **Base de Comercialización**, que es de **26 g/tex**.
- Con respecto al parámetro **Longitud de Fibra** se observó que en la Fibra cosechada por **máquinas Stripper** la longitud promedio es de **27,1 mm**, lo que corresponde a una categoría de **Longitud Media**. Mientras que en la Fibra cosechada por **máquinas Picker** la longitud promedio es de **28,5 mm**, que corresponde a una categoría de **Longitud Larga**. Por lo tanto, la longitud de fibra se vio afectada por los distintos tipos de recolección porque en las máquinas **Stripper** para eliminar la cápsula que acompaña a la fibra se utiliza un sistema de salidas de aire impulsado a gran velocidad, que conduce a los capullos hasta un cilindro limpiador, que por fricción con otro cilindro despojador separa la cápsula

de la fibra. Dicha corriente de aire y el pasaje por estos cilindros, produce una limpieza y un secado excesivo, que son factores que provocan una disminución en la longitud de la fibra. Además en la **cosecha Stripper**, por recolectarse con **mayor porcentaje de impurezas**, el algodón requiere una **prelimpieza** antes de las limpiezas tradicionales del desmote. Esta limpieza adicional en la desmotadora también puede determinar una longitud de fibra más corta. Mientras que en el **sistema Picker**, la fibra separada de los husillos por los discos despojadores a la salida de la cámara de recolección, es impulsada hacia la tolva por una corriente de aire más suave. No obstante esta menor longitud de fibra que se dio en los tratamientos cosechados con Stripper, la longitud de fibra de todos los tratamientos estuvo por encima de la **Base de Comercialización (27 mm)**.

## Consideraciones finales

En esta pasantía se pudo cumplir exitosamente con los objetivos planteados previamente.

Durante la misma se pusieron en práctica muchos de los conocimientos adquiridos en la carrera, si bien la mayoría de estos son teóricos, sirvieron para dar explicación a muchas situaciones ocurridas a campo. Por otro lado, se pudo observar *in situ* al cultivo de algodón y su desarrollo, reconociendo así cada fase fenológica y los factores bióticos y abióticos que las afectan.

La pasantía permitió realizar un gran abanico de **actividades de investigación** a través de los diferentes ensayos; realizar **extensión y desarrollo agropecuario con los actores locales**; contactar y dialogar con los **productores** permitiendo conocer la **realidad de la agricultura regional**; y por ultimo involucrarme en una **institución privada** y así conocer su **funcionamiento interno** con sus problemáticas estructurales y sus virtudes.

## Bibliografía

- AHUJA, S.L., 2006. Evaluation for the retention of reproductive structures by Bt and non-Bt intra hirsutum cotton hybrids in different sowing dates and spacings. *African Journal of Biotechnology* 5:862-865.
- ASHLEY, D., DOSS y B., BENNETT, O., 1965. Relation of cotton leaf area index to plant growth and fruiting. *Agronomy Journal* 57, 61-64.
- BANGE, M.P., y MILROY, S.P., 2000. Timing of crop maturity in cotton: Impact of dry matter production and partitioning. *Field Crops Research* 68: 143-155.
- HEARN, A.B., 1979. Water Relationships in Cotton. *Outlook on Agriculture* 10:159-166.
- BEDNARZ, C.W., BRIDGES, D.C. y BROWN, S.M., 2000. Analysis of cotton yield stability across population densities. *Agronomy Journal* 92, 128-135.
- BONACIC, 2005. Enfermedades del algodonero. *Manual del cultivo de algodón*. Bayer.
- BRACH, A., 2006. Monitoreo de malezas en el cultivo de algodón. Memorias de la 3a. Reunión Anual del Proyecto Nacional Algodón. Avances, Conclusiones y proyección futura.
- BRADOW, J.M., BAUER, P.J., 2010. The Origin and evolution of *Gossypium*. En: Physiology of Cotton (Eds J. McD Stewart, D Oosterhuis, J.Heilholt, J.Mauney) p. 48-56. Springer.
- CONSTABLE, G.A., 1976. Temperature effects on early field development of cotton. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 16:905-910.
- CONSTABLE, G.A., 1977. Growth and distribution of dry matter in cotton (*Gossipium hirsutum L.*). *Australian Journal of Agricultural Research*. 28:249-56.
- CONSTABLE, G.A. y RAWSON, H.M., 1980a. Effect of leaf position, expansion and age on photosynthesis, transpiration and water-use efficiency of cotton. *Australian Journal of Plant Physiology* 7:89-100.
- CONSTABLE, G.A., y RAWSON, H.M., 1980b. Carbon production and utilization in cotton - inferences from a carbon budget. *Australian Journal of Plant Physiology* 7: 539-553.
- CONSTABLE, G.A. y SHAW, A.J., 1988. Temperature requirements for cotton, Division of Plant Industries, New South Wales Department of Agriculture and Fisheries.
- CONSTABLE, G.A., 1991. Mapping the Production and Survival of Fruit on Field-Grown Cotton. *Agronomy Journal* 83: 374-378.

CONSTABLE, G.A., 2004. Research's contribution to the evolution of the Australian cotton industry. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, Brisbane, Australia.

COTTON CATCHMENT COMMUNITIES CRC, 2008. WATERpak - a guide for irrigation management in cotton. Australia. <http://www.cottoncrc.org.au>

CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE MANEJO DEL CULTIVO DE ALGODÓN EN SURCOS ESTRECHOS. Programa de Extensión Algodonera. EEA INTA Saenz Peña. Año 2008.

EATON, F.M. y RIGLER, N.E., 1945. Effect of light intensity, nitrogen supply, and fruiting on carbohydrate utilization by the cotton plant. *Plant Physiology* 20:380-411.

FAO, 2002. Technical report in cotton. Commodities and Trade Division. (Ed. Paola Fortucci).

FITT, G.P. y WILSON, L.J., 2000. Genetic engineering in IPM: Bt cotton, Emerging technologies for integrated pest management: concepts, research, and implementation. Proceedings of a Conference, Raleigh, North Carolina, USA, 8-10 March, 1999. American Phytopathological Society (APS Press), St. Paul USA. pp. 108-125.

GUINN, G., 1982. Abscisic acid and abscission of young cotton bolls in relation to water availability and boll load. *Crop Science* 22:580-583.

GUINN, G., 1986. Hormonal relations during reproduction, En: J. R. M. a. J. M. Stewart (Ed.), Cotton physiology Cotton Foundation, Memphis, TN pp. 113-136.

GUINN, G., 1998. Causes of square and boll shedding. En: Beltwide Cotton Conferences. pp. 1355-1364.

HAY, R.K.M. y WALKER, A.J., 1989. An introduction to the physiology of crop yield. Longman Scientific and Technical. New York, US.

HAIGLER, C.H., 2010. Physiological and anatomical factors determining fiber structure and utility. En: Physiology of Cotton (Eds J. McD Stewart, D Oosterhuis, J.Heilholt, J.Mauney) p. 33-47. Springer.

HEARN, A.B., 1969a. Growth and performance of cotton in a desert environment I. Morphological development of the crop. *Journal of Agricultural Science* 73, 65-74.

HEARN, A.B., 1969b. Growth and performance of cotton in a desert environment II. Dry matter production. *Journal of Agricultural Science* 73, 75-86.

HEARN, A.B., 1972. The growth and performance of rain-grown cotton in a tropical upland environment. 2. Yield, water relations and crop growth. *Journal of Agricultural Science*, 79:121-135.

HEARN, A.B. y Constable, G.A., 1984. Irrigation for crops in a sub-humid environment: Evaluation of irrigation strategies for cotton. *Irrigation Science* 5:75-94.

HEARN, A.B., 1994. The principles of cotton water relations and their application in management. En: World Cotton Research Conference. pp. 66-92.

HEITHOLT, J.J., PETTIGREW, W.T. y MEREDITH, W.R., 1992. Light interception and lint yield of narrow-row cotton. *Crop Science* 32:728-733.

HEITHOLT, J.J., 1992. Canopy characteristics associated the deficient and excessive cotton plant population densities. *Crop Science* 34, 1291-1297.

HOFS, J.L., HAU, B. y MARAIS, D., 2006. Boll distribution patterns in Bt and non-Bt cotton cultivars I. Study on commercial irrigated farming systems in South Africa. *Field Crops Research* 98:203-209.

JENKINS, J.N., McCARTY, J.C., y PARROTT, W.L., 1990. Effectiveness of fruiting sites in cotton - yield. *Crop Science* 30: 365-369.

ICAC, 2009. Technical report: world situation of cotton. International Cotton Advisory Comitee. Washington DC, Estados Unidos de América.

ICAC, 2010. Technical report: world situation of cotton. International Cotton Advisory Comitee. Washington DC, Estados Unidos de América..

INGARAMO, OCTAVIO E.; TARRAGO, JOSÉ R., 2012. Evaluación del Efecto de Equipos de Cosecha de Algodón sobre la Calidad de la Fibra en Cultivos de Alta Densidad. Plan Piloto PROCALGODÓN. Convenio MAGYP – INTA. Centro Regional Chaco – INTA Formosa.

INTA, 1998. La clasificacion del algodón. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Parámetros de calidad de fibra del algodón (Ed. Ricciardi A., Pasich, L.).

KERBY, T.A. y BUXTON, D.R., 1981. Competition between adjacent fruiting forms in cotton. *Agronomy Journal* 73:867-871.

MASON, T.G., 1922. Growth and abscission in Sea Island cotton. *Annals of Botany* 36: 457-484.

MAUNAY, J.R., 1986. Vegetative growth and development of fruiting sites, en: J. R. M. a. J. M. Stewart (Ed.), Cotton physiology Cotton Foundation, Memphis, TN pp. 11-28.

MAGYP-INTA, 2010. Relevamiento del parque de maquinas cosechadoras en Argentina. Informe Técnico.

MAGYP- INTA, 2011. Relevamiento del sistema desmotador de Argentina. Informe Técnico.

MILLS, C.I., BEDNARZ, C.W., RITCHIE, G.L. y WHITAKER, J.R., 2008. Yield, quality, and fruit distribution in Bollgard/Roundup Ready and Bollgard II/Roundup Ready Flex Cottons. *Agronomy Journal* 100:35-41.

MINAGRI (Ministerio Agricultura de la Nación), 2012. Departamento de algodón y otras fibras vegetales de Ministerio de Agricultura, ganadería y Pesca de la Nacion. Sistema Integrado de Informacion agropecuaria. Boletín para el sector algodonero. (Ed. Cordoba, S.)

MULLINS, G.L. y BURMESTER, C.H., 2010. Relation of growth and development to mineral nutrition. *En: Physiology of Cotton* (Eds J. McD Stewart, D Oosterhuis, J.Heilholt, J.Mauney) p. 97-105. Springer.

OOSTERTHUIS, D.M., 1999. Morphology and anatomy of the cotton plant. *En: Cotton, origin, history, technology and production.* (Eds. W.C. Smith y J.T.Cothren). p.175-206. John Wiley and sons Inc. New York.

PAYTAS, M., 2009. Early water stress on growth, development and yield of high retention cotton. PhD thesis. The University of Queensland, Australia.

PAYTAS, M., 2010. Improving cotton yield under water limiting conditions in Argentina. *En: ICAC Recorder International Cotton Advisory Committee. Vol XXVIII No. 2. Washington DC, Estados Unidos.*

PAYTAS, M., MIERES, L., REGONAT, A. y GREGORET, O. 2011<sup>a</sup>. Algodón en surcos estrechos: ¿podemos aumentar el rendimiento mediante la mejora en la oferta de asimilados? *Revista de Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales* Nº2. INTA. Argentina.

PAYTAS, M., YEATES, S. y FUKAI, S., 2011b. Impact of different levels of water availability at pre-flowering in high retention Bt cotton. *En: Indian Society for Cotton Improvement. WCRC-5.* Pag.309. India.

PAYTAS, M, MIERES, L., AGRETTI, S., DYKE, F y GREGORET, O., 2012. Algodón con riego y fertilización en condiciones subtropicales. Publicación anual APPA 2011-12. Nº12.

PAYTAS, M. "Calidad de Fibra, un aspecto que comienza a definirse muy tempranamente en el Algodón". EEA INTA Reconquista. Revista Voces y Ecos N° 29. Diciembre de 2012.

PAYTAS, M; PLOSCHUK, E. (2013) Algodón En Cultivos Industriales. De La Fuente, E.; Gil A.; Kantolil, A. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. 835 p.

PAYTAS, M., MIERES, L., LONGHI, T., AGRETTI, S. (2013/2014) "Evaluación de diferentes estrategias de Riego y su efecto en los componentes de Rendimiento de Algodón". (INTA Reconquista). A.P.P.A (Asociación para la Promoción de la Producción Algodonera)

PAYTAS, M., RODRÍGUEZ, L., LONGHI, T. (2013/2014) "Parámetros de Calidad de Fibra y Pérdidas de Cosecha – Poscosecha en el Norte de Santa Fe". (INTA Reconquista); Carlos Ahumada (Algodonera Avellaneda). A.P.P.A (Asociación para la Promoción de la Producción Algodonera).

PATTERSON, D.T., BUNCE, J.A., ALBERTE, R.S., y VANVOLKENBURGH, E., 1977. Photosynthesis in relation to leaf characteristics of cotton from controlled and field environments. *Plant Physiology* 59: 384-387.

PETTIGREW, W.T., 1994. Source-to-sink manipulation effects on cotton lint yield and yield components. *Agronomy Journal* 86: 731-735.

ROCHE, R., BANGE, M.P., MILROY, S. y HAMMER, G.L., 2003. Cotton growth in UNR systems. *The Australian Cottongrower* 24 (5) p.57-60.

ROCHESTER, I.J., 2007. Nutrient uptake and export from an Australian cotton field. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 77:213-223.

SADRAS, V.O., 1995. Compensatory growth in cotton after loss of reproductive-organs. *Field Crops Research* 40:1-18.

SADRAS, V.O., 1996. Cotton compensatory growth after loss of reproductive organs as affected by availability of resources and duration of recovery period. *Oecologia* 106:432-439.

SOSA, M.A. y FARIÑA, J., 1989. Fluctuación de la población de adultos de lagarta rosada según capturas en trampas con feromona. INTA EEA Reconquista. Publ.Tecn.Nº2.14p.

SOSA, M.A. y FARIÑA, J., 1995. Plagas tempranas del algodón. Evaluación de insecticidas de pre siembra. INTA EEA Reconquista. Publ.tecn. Nº12.14p.

SOSA, M.A., VITTI, D.E. y ALMADA, M.S., 2011. Capturas de picudo del

algodonero (*Anthonomus grandis*) en trampas con feromonas en Reconquista (Santa Fe) en el periodo 2006-2011. *Ciencia y tecnología de cultivos industriales*, Año 1 Nº2 p168-172.

TRILLING, M.B., 1926. How Can You Recognize The Fiber From Which The Cloth Is Made? En: A Girl's Problems In Home Economics. Publisher J. B. Lippincott Company.

USDA, 1999. Fibre quality parameters. Annual technical report. Estados Unidos de América.

USDA, 2012. World cotton production. Technical repost. Estados Unidos de América.

WAKELYN, P. y CHAUDHRY, R., 2010. Cotton: Technology for the 21st Century. International Cotton Advisory Committee. Washington, DC.

WAKELYN, P., 2007. Cotton fiber chemistry and technology. 162 p. CRC Press. US.

WENDEL, J.F., BRUBAKER, C.L. y SEELANAN, T., 2010. The Origin and evolution of *Gossypium*. En: Physiology of Cotton (Eds J. McD Stewart, D Oosterhuis, J.Heilholt, J.Mauney) p. 1-18. Springer.

YEATES, S., RICHARDS, D., ROBERTS, J. y GREGORY, R., 2006. Progress in evaluating the moisture stress response of Bollgard II compared with conventional cotton. Australian Cotton Conference.Gold Coast.