

# Informaciones Técnicas

ÁREA DE GENÉTICA Y PROTECCIÓN VEGETAL

Serie: Genética Nº 4

ISSN: 0329 - 4013

Setiembre 1999

## LA DEFOLIACIÓN CON DEFOLIANTES



**UNA PRÁCTICA NECESARIA PARA OBTENER  
UN PRODUCTO DE CALIDAD**

**ASOCIACION COOPERADORA  
E.E.A. INTA SAENZ PEÑA**  
Ruta Nac. 95 - Km. 1108  
CC 164 - 3700 SAENZ PEÑA - CHACO  
Tel. y Fax 03732 - 421722 / 421781



SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, PESCA Y ALIMENTACION  
INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA  
CENTRO REGIONAL CHACO - FORMOSA  
ESTACION EXPERIMENTAL AGROPECUARIA P. R. SAENZ PEÑA



IBALO, S. I.

La defoliación con defoliantes; una práctica necesaria para obtener un producto de calidad.

E.E.A. Sáenz Peña, Setiembre 1999.

12 p. (Inform. Téc.: Serie Genética nº 4)

CDU: 631.811 : 633.511

AGRIS - F 62

E.E.A. Pres. Roque Sáenz Peña  
Setiembre 1999  
Cantidad 200 ej.

## “LA DEFOLIACIÓN CON DEFOLIANTES, UNA PRÁCTICA NECESARIA PARA OBTENER UN PRODUCTO DE CALIDAD”.

### 1 .- INTRODUCCIÓN:

La defoliación, última práctica cultural aplicada al cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum L.*), reviste tanta importancia como las precedentes para el logro de una “buena cosecha”. Aún cuando se ubica en el extremo final de las inversiones, que se inician con la preparación del terreno para la siembra (lo que hace tentadora la idea de descartarla o restarle consideración), su aplicación es necesaria.

Cuando se decide producir algodón, se alcanza la meta propuesta sólo después de transitar por todas las instancias previas necesarias para el cultivo. Una programación adecuada, será el punto de partida; la provisión y suministro de los insumos y labores culturales en oportunidad y forma constituyen la etapa intermedia; la defoliación, recolección y almacenaje configuran la etapa final que llevará al objetivo propuesto: “*un producto de calidad*”.

Aún cuando las circunstancias particulares de cada campaña modifican y tornan oscilantes los costos del conjunto de prácticas culturales, la actitud de restarle importancia o de eliminar alguna de ellas merece un análisis previo más profundo.

Quienes han visto crecer la producción de algodón desde el sistema artesanal (con superficies pequeñas, escaso uso de agroquímicos, recolección manual en 2 o más manos, rendimientos satisfactorios y un producto de excelente calidad...) a la situación actual (sistemas parcial o totalmente mecanizados) ven atónitos la realidad: el país ha alcanzado la 5<sup>o</sup> posición como exportador mundial, la producción cuenta con herramientas que permiten su mecanización integral, con mayores costos de producción, rendimientos oscilantes e inconvenientes de calidad.

Este rubro productivo conlleva en sí, riesgos variables dados por las características de las campañas y los precios del mercado internacional. La consolidación en el contexto mundial requiere de una producción de calidad y volumen constante. El aspecto calidad, aún cuando no sea retribuido íntegramente en su comercialización, es la llave de la permanencia en el mercado.

De todas las prácticas culturales para la producción de algodón, la defoliación es la que ha sido más desvirtuada en términos generales. Distintas son las razones que han conducido a esta situación. Llegado el momento de preparar el cultivo para el pasaje de la máquina, la maduración desuniforme del follaje **condiciona** la respuesta al defoliante. La presencia de malezas, suele ser un inconveniente frecuente que se suma al anterior. Una buena defoliación se construye desde la misma programación inicial. Los buenos resultados dependen en alrededor del 50% del cumplimiento oportuno y racional de las distintas prácticas de manejo y el 50% restante se podría atribuir a las técnicas de aplicación, al producto elegido, dosis y condiciones ambientales durante y posteriores a las aplicaciones del mismo.

Se presenta a continuación una síntesis de conceptos básicos desarrollados por George W. Cathey en el capítulo XIV de Cotton Physiology 1986. Asimismo, se agregan resultados de experiencias locales con la única finalidad de aportar elementos de juicio para la toma de decisiones en situaciones particulares.

### 2 .- LA DEFOLIACIÓN: SU FISIOLÓGIA

La planta de algodón (*Gossypium hirsutum L.*), típica especie perenne de hojas caducas, posee un mecanismo natural de caída de las hojas maduras. Durante la estación de crecimiento la función de las hojas es proveer fotosintatos a los frutos en desarrollo y caen, solamente cuando la planta soporta estrés (sequía, enfermedades, desnutrición, heladas, etc.).

Cuando el cultivo está completamente maduro, las hojas ya han cumplido su función y su separación es beneficiosa. La

reducción del follaje en preparación a la cosecha es un avance importante en la obtención de fibra de alta calidad.

La "defoliación química" es la práctica cultural por la que se induce a la pérdida del follaje antes de lo normal. Ha recibido gran impulso con el advenimiento de la cosecha mecánica y es hoy una de las de mayor difusión. Para la cosecha "**picker**", es deseable la supresión de todo el follaje, sin matar la planta; el mecanismo opera en forma eficiente si sólo permanece un pequeño porcentaje de hojas, sin embargo las hojas verdes pueden manchar la fibra y los fragmentos de hojas muertas se convierten en pimienta en la fibra desmotada.

La abscisión o caída de la hoja, es un proceso fisiológico que implica una separación activa de tejidos vivos en la planta. Un mejor conocimiento de los aspectos básicos de este proceso es esencial para lograr una defoliación satisfactoria con el uso de sustancias químicas.

### **3.- LA DEFOLIACIÓN: SU NATURALEZA**

La abscisión o caída natural de la hoja, es normalmente resultado de la madurez, senescencia o daño. El estado de madurez o senescencia no está siempre relacionado con la edad en días o meses, sino a menudo es "el reflejo de las condiciones bajo las que se desarrolló". Las hojas pueden volverse senescentes y caer por la influencia de numerosas situaciones de estrés, es decir cuando ocurren alteraciones perjudiciales a procesos vitales de las plantas.

La defoliación por aplicación de sustancias químicas consiste en "la provocación de un daño o lesión" que induce a la planta a despojarse de sus hojas.

La abscisión, por senescencia natural o provocada, es precedida por una serie de cambios (visibles o no) que incluyen: la pérdida de clorofila; el aumento de antocianos; la presencia de

niveles reducidos de proteínas; carbohidratos e iones inorgánicos y la ocurrencia de alteraciones en los niveles de hormonas.

El pecíolo de la hoja de algodón tiene una región cerca de su base (zona de abscisión) estructuralmente distinta y frágil. Al final del proceso de senescencia, ocurre allí un aumento drástico de la actividad metabólica debido a alteraciones en los niveles hormonales de la lámina de la hoja. Como resultado de estos cambios, en la zona de abscisión las células segregan enzimas hidrolíticas que degradan las paredes celulares, especialmente las sustancias pépticas de la laminilla media y de las paredes celulares, lo que permite a la hoja desprenderse de la planta.

A pesar de que son numerosas las enzimas que aumentan su actividad en la zona de abscisión en relación con este proceso, la "pectinasa" y la "celulasa" son las que más extensamente han sido investigadas.

Estas enzimas son sintetizadas dentro de la célula y secretadas en la región de la laminilla media, digiriendo e hidrolizando porciones de la pared celular primaria. El debilitamiento de ésta, permite la separación y caída de la hoja. Sin embargo, como la actividad enzimática no afecta los haces vasculares, se requiere una fuerza mecánica que los rompa. Esta fuerza es ejercida por el peso de la lámina, más una acción de deslizamiento y tensión creada por la división y alargamiento celular, sobre el lado del tallo en la zona de abscisión y una contracción sobre el lado de la hoja. La división celular sobre el lado del tallo también produce una lámina protectora corchosa (súber) a lo largo de la cicatriz del pecíolo.

El crecimiento diferencial de las células en la zona de abscisión, es la explicación de porqué las hojas dejan de caer en situaciones de estrés hídrico y porqué la separación sólo se produce cuando se restaura la hidratación (luego de un riego o lluvia).

Estas observaciones permiten afirmar "que la separación de la hoja es un proceso de crecimiento" que requiere turgencia.

Los defoliantes químicos se usan para alterar el balance hormonal e inducir a la abscisión; sin embargo, la eficiencia de muchos defoliantes es influenciada por factores ambientales.

Las hormonas reconocidas que tienen influencia sobre la abscisión son el ácido indol acético (AIA), el ácido naftalen acético (ANA), el ácido abscísico (ABA), el ácido giberélico (AG), el etileno (E) y las citoquininas (CK). No obstante, la literatura menciona la intervención de otras sustancias como aminoácidos, factores de senescencia (SF) y ácido ascórbico que pueden afectar la abscisión. Generalmente las auxinas retardan la abscisión mientras el ABA y E la promueven. La influencia del AG y de las CK es variable dependiendo de interacciones con algunos otros factores. El mecanismo exacto de cómo actúan no es totalmente conocido, sin embargo hay algunas teorías desarrolladas sobre este particular.

#### 4.- LA DEFOLIACIÓN CON SUSTANCIAS QUÍMICAS

Después del accidental descubrimiento de la defoliación del algodón con sustancias químicas en 1930, se ha investigado con muchos productos que remueven las hojas del cultivo, algunos se descartaron por su costo, su pobre comportamiento a campo u otras desventajas. Hoy se siguen probando sustancias bajo condiciones experimentales.

Las formulaciones de cloratos de magnesio y sodio fueron los productos más extensamente usados y difundidos como defoliantes en el cinturón algodonero norteamericano. Son productos relativamente baratos, muy efectivos sobre follaje maduro, pero de baja eficiencia sobre el nuevo (rebrote). Los compuestos organofosforados son defoliantes de alta eficiencia, provocan la caída de la hoja antes de un secado excesivo, remueven las maduras y son relativamente efectivos sobre el

rebrote. Otros productos desarrollados posteriormente son el Harvade (dimetifín), el Dropp (tidiazurón) y el Finish (cyclanilida + etefón); tienen el mismo efecto sobre la abscisión de las hojas pero son superiores en la inhibición del rebrote.

No todas las sustancias químicas que dañan a la planta de algodón son capaces de estimular la abscisión y aún con los más efectivos defoliantes el grado de lesión debe ser regulado apropiadamente ya que, un daño excesivo puede matar los tejidos e impedir los procesos vitales requeridos para la separación y por el contrario, lesiones leves pueden resultar insuficientes para iniciar el proceso.

*En la campaña 1996/97 se realizó en Sáenz Peña, la evaluación de un desecante experimental en dos condiciones ambientales: aplicaciones de marzo y aplicaciones de mayo.*

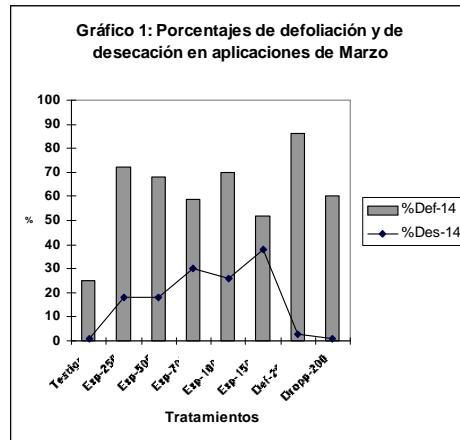
*La **aplicación de marzo** se realizó sobre un cultivo que había sufrido serios daños mecánicos durante su desarrollo temprano. Al momento de la aplicación, el cultivo presentaba 80-85% de cápsulas abiertas, gran parte del follaje senescente, pero también un 60% de las plantas habían reanudado el crecimiento y presentaban rebrote.*

*La **aplicación de mayo** se hizo en un cultivo que evolucionó sin inconvenientes. Al momento de la aplicación el 80-85% de las cápsulas estaban abiertas, había 30% de defoliación natural, el follaje estaba senescente y el cultivo no presentaba rebrote.*

*La evaluación consistió en comparar la respuesta del cultivo a distintas dosis del "desecante experimental" (250, 500, 700, 1000 y 1500 cc/ha) y a dos defoliantes convencionales (Tidiazurón, 200 gr/ha y Tribufós, 2000 cc/ha), comparados a un testigo sin aplicación.*

*En los Gráficos 1 y 2 se muestra la respuesta de dos parámetros evaluados: los porcentajes de defoliación y desecación a los 14 y 10 días de la aplicación, para marzo y mayo respectivamente.*

*En las aplicaciones de marzo el porcentaje de desecación aumentó con el incremento de la dosis del experimental, lo que se reflejó en mayor contenido de impurezas en el producto cosechado, valor que fue expresado*



es dos variables dadas por el HVI (área ocupada por las impurezas y el número de partículas por unidad de área) no mostrados aquí.

En las aplicaciones de mayo, el gráfico demuestra que la eficiencia de cualquier producto usado en defoliación depende en gran medida de las características del cultivo; cuando éste presenta follaje con madurez uniforme y se dan condiciones ambientales favorables, la caída de las hojas se produce sin inconvenientes. Los bajos porcentajes de desecación registrados, señalan que el fenómeno ocurre cuando el follaje no ha alcanzado la senescencia, aún así el aumento de la dosis, en este caso del experimental tendió a incrementar la presencia de hojas muertas sobre las plantas.

El perjuicio o lesión producida por un defoliante, se aprecia comúnmente en la lámina de la hoja dentro de las 48 a 72 horas posteriores a la aplicación, la lámina de separación en la zona de abscisión se torna visible 1 a 27 días más tarde. Bajo condiciones normales la defoliación se completa en 7 a 14 días, pero en determinadas situaciones puede atrasarse hasta 30 días.

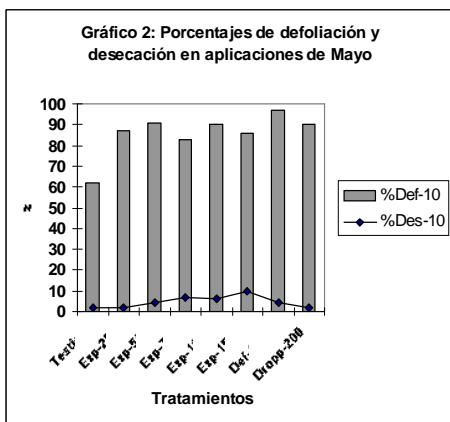
El estado de la planta y las condiciones ambientales prevalentes son los factores principales que determinan la eficiencia en la defoliación. En general es mayor cuando las plantas están maduras y vegetativamente en dormancia; cuando el contenido de agua en la hoja es elevado y la temperatura y humedad del ambiente son altas, condiciones que aseguran la actividad fisiológica de la hoja.

Bajo condiciones de prolongada sequía las hojas se tornan frecuentemente serosas y reducen su actividad fisiológica, las células de la lámina y del pecíolo disminuyen su reacción al defoliante y la defoliación es ineficiente.

El suministro de agua y nutrientes es conveniente durante el crecimiento y desarrollo, no es deseable (al igual que la provisión de nitrógeno) al momento de la defoliación.

Un exceso de nutrientes al fin de la estación, tiende a reanudar el crecimiento y da una pobre respuesta a los defoliantes porque las hojas jóvenes no desarrollan el estado de senescencia necesario para una rápida abscisión. Normalmente las hojas basales y las hojas axilares a cápsulas maduras responden mejor que las hojas jóvenes.

La experiencia se condujo en lotes de la EEA Sáenz Peña. Se realizaron 2 ensayos bajo las mismas condiciones ambientales y con iguales tratamientos. El ensayo 1 (E-1) estuvo ubicado sobre la serie Matanza de buena fertilidad y contenido de materia orgánica y el ensayo 2 (E-2) sobre la serie Independencia recibió fertilización nitrogenada (120 kg/ha de urea) a diferenciación de pimpollos. Las prácticas de manejo del cultivo, fueron las tradicionales para el área y similares en ambos lotes.



Los tratamientos y dosis aplicadas se muestran más adelante.

ENSAYO	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Variedad	Porá INTA	Gringo INTA
Fecha de siembra:	20/11	25/11
Fecha de aplicación:	12/04	11/04
% Apertura a la aplic.:	55-65	40-45
Fecha de cosecha	21/04	28/04

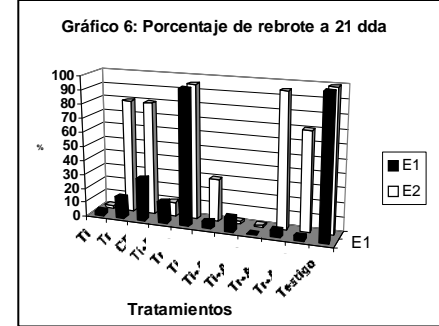
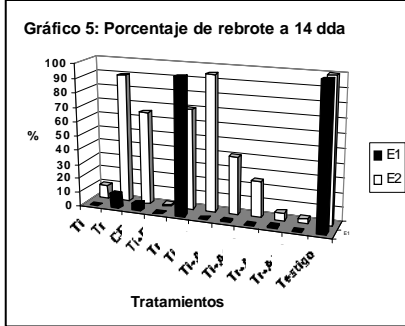
**TRATAMIENTOS (\*)**

Ti: Tiazurón -180  
 Tr: Tribufós -2000  
 CE: Cyclanilida + Etefón -2,5  
 Ti + E: Tiazurón + Etefón -2  
 Tr + E: Tribufós + Etefón -2  
 Ti + A1: Tiazurón + Aminotriazol -1  
 Tr + A1,5: Tiazurón + Aminotriazol -1,5  
 Ti + A2,5: Tiazurón + Aminotriazol -2,5  
 Tr + A1: Tribufós + Aminotriazol -1  
 Tr + A1,5: Tribufós + Aminotriazol -1,5  
 Tr + A2,5: Tribufós + Aminotriazol -2,5

(\*) Las dosis se expresan en gr. ó Lts./ha de las formulaciones comerciales

En los gráficos 3, 4, 5 y 6 se muestran las respuestas diferenciales registradas en porcentaje de defoliación a los 7 y 14 días de la aplicación (dda) y los porcentajes de rebrote a los 14 y 21 dda respectivamente.

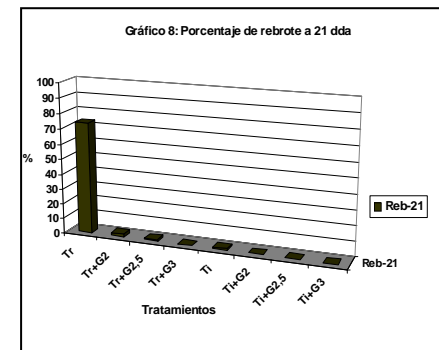
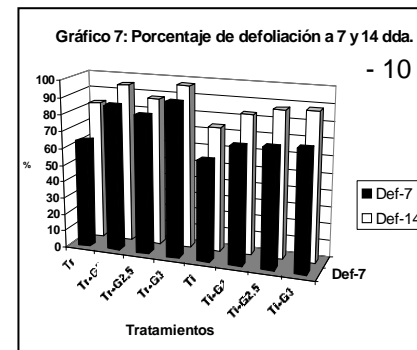
Las condiciones ambientales al momento de aplicación y dentro de los 3 a 5 días posteriores pueden tener influencia importante en la respuesta de la planta al producto. Los defoliantes son más activos cuando la temperatura, la intensidad lumínica y la humedad relativa son altas. Temperaturas nocturnas por encima de 15,6 ° C son importantes. Bajo condiciones controladas se ha demostrado que la respuesta de la planta a la defoliación se duplica por cada 10° C de aumento de la temperatura, en el rango entre 15° y 35° C. Sólo el 40% de las hojas cayeron durante los primeros 21 días en un regimen constante de 15° C. Cuando la temperatura media diaria fue de 24° C la tasa de abscisión fue rápida y cayó mayor porcentaje de hojas.



La humedad relativa alta es otro requisito que contribuye a una óptima reacción de la superficie de la hoja con el defoliante. Con alta humedad relativa la evaporación y la transpiración son reducidas, la humedad relativa interna de la hoja permanece alta y la sustancia química es retenida en estado líquido sobre la superficie por un mayor período de tiempo, condición que promueve una mejor absorción de la sustancia.

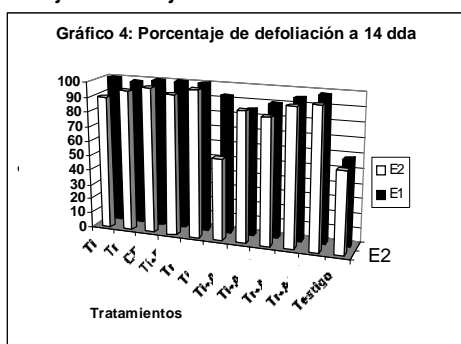
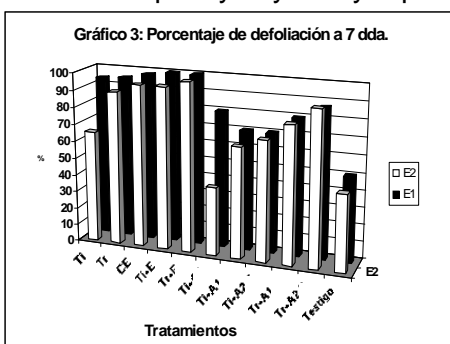
No se conoce bien las razones que provocan menor defoliación en condiciones de alta nubosidad.

El uso de sustancias químicas para preparar el cultivo para la cosecha mecánica se ha extendido. Aún se cometen errores. Muchos están relacionados a las condiciones de la planta o del



ambiente. Para lograr mejores resultados en estas condiciones se recurre a mezclas con otros productos que tienen propiedades senescentes y/o que inducen a la abscisión. La efectividad de ellos no está aún bien precisada.

El agregado de productos herbicidas a las formulaciones normales, aumenta la caída de las hojas en comparación al defoliante puro, así el agregado de pequeñas fracciones de



paraquat al defoliante aplicado a un cultivo después de condiciones climáticas adversas, aumentó la caída de hojas de los rebrotes.

En la campaña 1996/97 se realizó la evaluación del uso de Glifosato en la terminación del cultivo. Se probaron mezclas de Glifosato con los defoliantes convencionales Tribufós (Tr) y Tidiazurón (Ti).

El objetivo fue cuantificar la incidencia del principio herbicida en la **velocidad de defoliación** (porcentaje de defoliación a 7 y 14 días de la aplicación, D.7d y D.14d respectivamente) y en la **inhibición del rebrote** (porcentaje de rebrote a 21 días de la aplicación, Reb.21da).

Se realizaron mezclas de tanque con tres dosis de Glifosato (2, 2,5 y 3 litros/ha) y las aplicaciones se efectuaron el 15/05.

Los gráficos del % de defoliación (Nº 7) muestran la mejor velocidad de defoliación para las mezclas con herbicida, pero la respuesta no fue proporcional a las dosis usadas.

La incidencia en la inhibición del rebrote fue apreciable para los tratamientos mezclas con Tribufós; para las mezclas con Tidiazurón, la inhibición del rebrote fue cubierta por las propiedades conocidas de este defoliante (Gráfico 8).

Los resultados muestran que la elección de mezclas con principios herbicidas para mejorar la defoliación puede ser práctica, pero debe tener fundamentos técnicos que permitan potenciar las propiedades de cada producto.

La aplicación de un regulador de crecimiento para inducir la senescencia, se usa hoy exitosamente, aumenta la respuesta al defoliante sin afectar el rendimiento y la calidad de fibra. Los tratamientos secuenciales, parecen tener un efecto sinérgico sobre algunos eventos fisiológicos que ocurren durante el proceso de la abscisión; así dosis relativamente bajas de defoliantes se usan para producir efectos similares.

Se ilustra visualmente la respuesta del follaje a distintos tratamientos pre-acondicionantes (tratamientos para inducir el follaje joven a la senescencia). Sobre un lote de la





*La comparación entre el Testigo (sin aplicación) y la mezcla de tanque Tidiázurón + Clormecuato, muestra la efectividad de la inducción.*

*Cave aclarar que será necesario "siempre" partir de una completa maduración de las cápsulas para optar por la mezcla, dada la velocidad con que actúa.*

## RESUMEN

La defoliación, última práctica cultural aplicada al cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum L.*), reviste tanta importancia como las precedentes para el logro de una "buena cosecha".

Cuando se decide producir algodón, se alcanza la meta propuesta sólo después de transitar por todas las instancias previas necesarias para el cultivo. Una programación adecuada, el cumplimiento de las labores culturales en oportunidad y forma, la defoliación, recolección y almacenaje configuran las etapas que llevarán al objetivo propuesto: "un producto de calidad".

Cuando el cultivo está completamente maduro y las hojas ya han cumplido su función, su eliminación es beneficiosa. La reducción del follaje en preparación a la cosecha constituye un avance importante en la obtención de fibra de alta calidad.

La abscisión de las hojas de la planta de algodón, es un proceso fisiológico que implica una separación de tejidos vivos. Cuando las hojas de la planta se tornan senescentes por la edad, estrés o daño el proceso se inicia y la hoja cae. La separación ocurre en un área especializada del pecíolo de la hoja la que está localizada cerca de su base y se caracteriza por una línea de ruptura.

El mecanismo de separación, implica reacciones e interacciones complejas de muchas sustancias dentro de la planta y de factores externos. La abscisión o separación es el resultado de la mayor actividad de enzimas en la zona de abscisión. Esta actividad enzimática es regulada por un balance hormonal en el

interior de la planta. Las principales hormonas involucradas son el AIA, ABA, etileno, AG y citoquininas. Las auxinas son fuertes inhibidoras de la abscisión, mientras el ABA y el etileno son promotores primarios. El ácido giberélico y las citoquininas tienen efecto variable.

La defoliación es una práctica cultural usada para provocar la caída de las hojas y para lograr una producción de calidad. Es necesaria para la cosecha mecánica cuando los rendimientos son altos y las plantas tienen abundante follaje.

Los defoliantes provocan un daño foliar suficiente para que se altere el balance de hormonas de la planta y se inicie el proceso de abscisión. Hay productos disponibles comercialmente, sin embargo su efectividad está condicionada por la planta, las condiciones ambientales que prevalecen al momento y dentro de los 3 a 5 días inmediatos posteriores de su aplicación. Los defoliantes son más activos cuando la temperatura, la intensidad lumínica y la humedad relativa son altas. Para lograr una máxima eficiencia muchos defoliantes requieren plantas con gran porcentaje de hojas maduras y que no soporten estrés hídrico. Otros productos agregados como los herbicidas y reguladores de crecimiento, han sido probados como aditivos, en mezclas para mejorar la defoliación bajo condiciones ambientales adversas, los resultados son inconsistentes y ninguno en particular tiene uso intensivo.

Las experiencias locales muestran que:

- La obtención de defoliaciones satisfactorias, en ambientes donde se controlan pocos factores, queda sujeta en gran medida a la erraticidad de los fenómenos meteorológicos.
- El cumplimiento oportuno de las sucesivas prácticas culturales desde la implantación del cultivo es "la herramienta" para implementar correcciones necesarias en forma oportuna.

- De lo contrario y aún después de cumplir lo señalado precedentemente, será necesario agudizar el ingenio y la creatividad, confrontar todos los conocimientos y con audacia elaborar la estrategia que resuelva la situación planteada.

*Ing. Agr. Silvia Inés Ibaló.*

Área de Mejoramiento Genético y Protección Vegetal. INTA EEA Sáenz Peña.