

| Datos Generales |   |           |   |  |   |
|-----------------|---|-----------|---|--|---|
| Cultivo         | Tipo de cultivo   | Estado    | Ciclo   | Régimen de humedad   | Etapas (cultivos perennes)  |
| Algodonero      | <input checked="" type="checkbox"/> Anual<br><input type="checkbox"/> Perenne | Chihuahua | <input checked="" type="checkbox"/> P-V<br><input type="checkbox"/> O-I | <input checked="" type="checkbox"/> Riego<br><input type="checkbox"/> Temporal<br>Humedad residual | <input type="checkbox"/> Establecimiento<br><input type="checkbox"/> Mantenimiento de la plantación |

**Nota:** En la producción de planta en especies perennes y hortalizas (trasplante), se elaboraría otra guía de componentes tecnológicos.

### Importancia del cultivo.

En México, uno de los principales cultivos agrícolas es el algodón *Gossypium hirsutum* L. debido a su importancia económica y a la fibra que produce es considerado el producto agrícola no alimentario de mayor importancia a nivel mundial (FAO, 2014). En 2022, la superficie cosechada fue de 193,818 hectáreas (ha); los principales estados productores fueron Chihuahua (73.7%), Baja California (8.9%), Coahuila (7.5%), Tamaulipas (6.6%), Sonora (2.1%) y Durango (1.1%) donde se produjeron 909,809 toneladas con un rendimiento promedio de 4.69 ton/ha (SIAP, 2023). Comercialmente, la fibra del algodón es empleada por la industria textil, su semilla se destinada a la alimentación del ganado y en menor medida se emplea para la elaboración de aceite.

### Región Agroecológica.

En el estado de Chihuahua, el algodón se siembra bajo riego en el desierto en tres zonas productoras, que se caracterizan por tener una altitud de 1100 a 1300 msnm, donde domina un clima seco cálido con temperatura media de la estación de crecimiento de 22.5 a 28.5 °C, con una precipitación anual menor de 270 mm: 1) La zona Noroeste con 118,083 ha en los municipios de Ahumada (33,480 ha), Ascensión (23,545 ha), Janos (22,701 ha), Buenaventura (21,891 ha), Chihuahua (7,371 ha), Práxedes Guerrero (3,808 ha), Nuevo Casas Grandes (3,808 ha), Guadalupe (1,333 ha), Casas Grandes (300 ha), Juárez (279 ha) y Galeana (262 ha); 2) la zona Centro-Sur con 12,266 ha y los municipios de Camargo (4,569 ha), Aldama (4,504 ha), Julimes (2,603 ha), Delicias (285 ha), Meoqui (198 ha), Rosales (150 ha) Saucillo (44 ha) y Coronado (12 ha); y 3) la zona de Ojinaga con 12,534 ha y los municipios de Ojinaga (11,657 ha) y Coyame del Sotol (877 ha).

## DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES TECNOLÓGICOS.

### 1. Preparación del terreno.

La NOM 026 indica que, para el cultivo del algodón se deben realizar actividades de control cultural, específicamente el desvare, en un lapso no mayor a diez días después de terminada la cosecha. Debido a que el estado de Chihuahua es zona libre de gusano rosado y picudo, se debe inmediatamente después de concluir con el desvare realizar el desarraigo total de la planta (barbecho) antes del 30 de noviembre, así como eliminar las plantas voluntarias en su predio cuando no allá presencia de cultivo. Para propiciar un medio óptimo para la germinación de la semilla y el desarrollo radicular de la planta es necesario efectuar las siguientes prácticas; subsiembra (realizarlo en suelos con problema de compactación), barbecho, rastreo (1 o 2 pasos), nivelación, trazo de riego y surcado. Para el surcado se sugiere hacerlo a una distancia de 0.76 metros (m).

## 2. Fecha de siembra.

Para aprovechar al máximo el potencial de rendimiento de los genotipos, se sugiere que se inicie la siembra en fechas tempranas con las variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío; después, que se continúe con las variedades en ciclo intermedio o intermedio precoz y se finalice con las variedades de ciclo precoz. Por lo tanto, para las zonas productoras Noroeste se sugiere sembrar desde el 16 de abril al 20 de mayo y para el Centro-sur y Ojinaga sembrar del 1 de abril al 10 de mayo (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Fechas de siembra sugeridas para las diferentes zonas productoras del estado de Chihuahua.**

| Zona               | Fecha de siembra          | Fecha óptima               |
|--------------------|---------------------------|----------------------------|
| Noroeste           | 16 de abril al 20 de mayo | 25 de abril al 5 de mayo   |
| Centro Sur-Ojinaga | 1 de abril al 10 de mayo  | 20 de abril al 30 de abril |

## 3. Variedades.

En el Cuadro 2 se presentan las variedades que actualmente se comercializan en el estado de Chihuahua para su siembra, las cuales tienen la tecnología Bollgard® 3 XtendFlex® y el gen Vip3A que les confiere resistencia a lepidópteros (*Heliothis virescens*, *Helicoverpa zea*, *Agrotis ipsilon*, *Spodoptera exigua* y *S. frugiperda*).

**Zonas Refugio.** La siembra de semilla transgénica puede ocasionar que las plagas generen resistencia debido a la siembra intensiva de algodón Bt, por lo que se sugieren utilizar medidas para retrasar dicha resistencia, como la siembra de zonas refugio no Bt (cuadro 3), junto con la siembra de algodón Bt. De acuerdo a SENASICA (2010), la siembra de zonas refugio con variedades convencionales es obligatoria para mantener la eficacia del algodón a largo plazo y evitar la resistencia de las plagas. La relación en superficie de la zona refugio puede ser 80:20 o 96:4.

**Cuadro 2. Variedades disponibles en el mercado para las zonas productoras de algodón en el estado de Chihuahua.**

| Variedades   | Ciclo | Altura | Hoja | Marchitez por <i>Verticillium</i> |
|--------------|-------|--------|------|-----------------------------------|
| DP 1820 B3XF | T-I   | M-A    | L    | ML                                |
| DP 2012 B3XF | T     | M-A    | L    | ML                                |
| DP 2020 B3XF | I     | M      | SL   | ML                                |

Ciclo: T-I = Temprana a Intermedia; T = Temprano; I = Intermedio; Altura: M: Media; M-A = Medio a Alto; Tipo de Hoja: L = Liso; SL = Semi-lisa; Marchitez por *Verticillium*; ML: Moderadamente Tolerante.

**Cuadro 3. Variedad convencional de algodón disponible en el mercado para las zonas productoras de algodón en el estado de Chihuahua.**

| Variedades | Ciclo | Altura | Hoja | Marchitez por <i>verticillium</i> |
|------------|-------|--------|------|-----------------------------------|
| DP 2022    | T-I   | M-A    | L    | ML                                |

## 4. Densidad de siembra.

En la zona productora Centro Sur, la siembra se realiza a "tierra venida", colocando la semilla a una profundidad de 3 a 5 centímetros y utilizando en promedio 12 kilogramos por hectárea (kg/ha) de semilla. Se recomienda utilizar sembradora neumática de precisión y efectuar su calibración antes de iniciar la siembra. Se debe considerar un mínimo de 80% de germinación; de tal manera que para lograr una población de 100,000 plantas por hectárea (8 plantas por metro en surcos a 76 cm), es necesario establecer 125,000 semillas por hectárea, es decir, 25 % adicional de semillas al número de plantas deseadas (Cuadro 4).

### 5. Riegos.

La lámina de riego para producir algodón es de aproximadamente 68 cm. En el riego de presiembra se aplica una lámina de 20 cm; los 48 cm restantes se deben distribuir en 4 o 5 riegos de auxilio. Idealmente se deben aplicar los riegos de auxilio cuando el suelo tenga 35 % de abatimiento de humedad. Las etapas críticas de desarrollo de la planta son: inicio de formación de cuadros, floración, formación de bellotas y aparición de primeros capullos. Para mantener un nivel óptimo de humedad en el suelo en las fases antes mencionadas, se sugiere regar a los 50, 65, 80, 95 y 110 días posteriores a la siembra. Este calendario puede variar de acuerdo con la textura del suelo y estado del tiempo que prevalezca durante el ciclo del cultivo, principalmente temperatura y precipitación pluvial en los meses de julio y agosto

**Cuadro 4. Densidad de siembra y establecimiento sugerida por sistema de producción en las diferentes zonas algodonereras de Chihuahua.**

| Sistemas de producción            | Semillas a sembrar por metro lineal | Plantas establecidas por metro lineal | Densidad de población (Plantas por hectárea) |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|
| Surcos estrechos-altas densidades | 10 a 12                             | 9 a 10                                | 100,000 a 120,000                            |
| Tradicional                       | 10 a 12                             | 8 a 9                                 | 90,000 a 95,000                              |

### 6. Fertilización.

La fertilización es indispensable para obtener altos rendimientos; esta actividad implica fertilizar con la cantidad, época y colocación apropiada para satisfacer los requerimientos nutrimentales del cultivo. Los nutrientes que normalmente requieren ser adicionados son Nitrógeno y Fósforo. Para la obtención de los máximos rendimientos es indispensable aplicar cuando menos la fórmula 160-70-00 de Nitrógeno, Fósforo y Potasio (N-P-K). Al momento de la siembra se debe aplicar la mitad de nitrógeno y todo el fósforo ( $P_2O_5$ ) y el resto del nitrógeno inmediatamente antes del primer riego de auxilio.

Otra forma de calcular las necesidades de nitrógeno del cultivo es realizando un análisis de suelo antes de la siembra, en el que se determina materia orgánica y nitratos de una muestra compuesta de 0 a 30 cm de profundidad. Este enfoque está en función de los rendimientos esperados y de la eficiencia del fertilizante aplicado, el cual puede ser de 66%, entonces, se parte de que se requieren 33 kilogramos (kg) de nitrógeno por paca producida, por lo tanto, si se espera obtener 7 pacas por hectárea el cultivo absorberá 231 kg de nitrógeno, este resultado dividido entre la eficiencia en forma de unidad, menos el nitrógeno que proporciona la materia orgánica y los nitratos del suelo, nos determinan el nitrógeno en forma de fertilizante que se necesita aplicar, como se muestran en las ecuaciones de Meisinger (1984) siguientes:

$$N_f = [(N_{\text{cultivo}} - e_{\text{min}}N_{\text{min}})/e_f] - [e_{\text{nis}}N_{\text{nis}}/e_f]$$

$$N_f = [(7_{\text{pacas}} \times 33_{\text{kg/paca}}) - 0.725 \times 25.74]/0.66] - [0.5 \times 35.82/0.66]$$

$$N_f = [(231 \text{ kg}) - 18.66]/0.66 - [17.91/0.66]$$

$$N_f = [321.72 \text{ kg} - 27.13]$$

$$N_f = 295 \text{ kg}$$

Donde:

- $N_f$  = Nitrógeno del fertilizante.
- $N_{\text{cultivo}}$  = Nitrógeno contenido en el cultivo.
- $N_{\text{min}}$  = Nitrógeno mineralizable de la materia orgánica.
- $N_{\text{nis}}$  = Nitrógeno inorgánico del suelo ( $NO_3$ ).
- $e_f$  = Eficiencia del nitrógeno del fertilizante.

$e_{min}$  = Eficiencia del nitrógeno mineralizable de la materia orgánica.

$e_{nis}$  = Eficiencia del nitrógeno inorgánico del suelo.

Se recomienda fraccionar la aplicación del nitrógeno en tres partes iguales, en la siembra, al inicio de formación de cuadros e inicio de floración, donde las dos últimas coinciden con el primero y segundo riegos de auxilio. Aplicaciones posteriores a la floración no incrementan el rendimiento y retardan la madurez fisiológica del cultivo.

Se ha observado poca respuesta del algodón a la fertilización fosfatada, esto puede deberse al uso constante de fertilizantes fosforados aplicados a los predios, debido a esto, se sugiere realizar un análisis del suelo antes de sembrar. El umbral del contenido de fósforo en el suelo, para que exista respuesta, debe ser de 10 partes por millón (ppm) de P-Olsen, por lo tanto, se recomienda fertilizar con 100 kg/ha de  $P_2O_5$  cuando el resultado sea de 10 a 15 ppm de P-Olsen, con 50 kg/ha de  $P_2O_5$  cuando el resultado sea de 15 a 20 ppm de P-Olsen y no fertilizar cuando se tengan suelos con más de 20 ppm. El fertilizante fosforado granulado debe aplicarse en presiembra en banda a un lado de la hilera de plantas, para que pueda ser asimilado desde las primeras etapas del cultivo, ya que la movilidad del fósforo es menor a 5 cm por año.

### 7. Manejo integrado de malezas.

Es necesario mantener al cultivo libre de malas hierbas durante los primeros 60 días después de que nace, para evitar reducciones en el rendimiento por la competencia que representa la maleza. Para tener un efectivo y económico control de maleza, es necesario utilizar en forma integrada los métodos cultural, manual, mecánico y químico. En el cuadro 5 se presentan los productos herbicidas recomendados para control de malezas en Chihuahua.

La labor de "arroke" que se realiza antes de la siembra en húmedo en la zona Centro Sur, reduce significativamente la población de malezas presente en el terreno. Por otra parte, un cultivo y un deshierbe manual ligero antes del primero y segundo riego de auxilio son suficientes para mantener libre de malezas al cultivo durante el periodo crítico de competencia.

**Cuadro 5. Herbicidas recomendados para el control de maleza en el cultivo de algodón en Chihuahua y Coahuila.**

| Maleza                                   | Ingrediente activo | Producto comercial | Dosis/ha   | Época y forma de aplicación  |
|--|--------------------|--------------------|--|--|
| Maleza de hoja ancha y gramíneas anuales | Trifluralina       | Treflan            | 1.2 l (Suelo ligero)<br>1.8 l (Suelo medio)<br>2.4 l (Suelo pesado)      | Antes del camelloneo, incorporado con rastra a una profundidad de 8 a 15 cm inmediatamente después de la aplicación.   |
|  | Pendametalina      | Prowl              | 3.5 l  |  |
|  | Prometrina         | Gesagard           | 1.5-2.0 l  |  |
|  | Floumeturon        | Cotoran            | 2.4 l (Suelo ligero)<br>2.4-4 l (Suelo medio)<br>4-6 l (Suelo pesado)    |  |
| Maleza de hoja ancha                     | Pirithiobac        | Staple             | 100 a 115 gr   | Cuando la maleza este en crecimiento activo y no mayor de 10 cm de altura. Cuando se moja el camellón en banda, utilizar un tercio de la dosis de producto y agua. |
| Gramíneas anuales y perennes             | Fluzifop-p-butil   | Fusilade           | 1-1.5 l (anuales)<br>2-2.5 l (Perennes con estolón o rizoma fragmentado) |  |

En el caso del combate químico, para combatir zacates anuales como Zacate pinto *Echinochloa colona* (L.) Link, Zacate pegarropa *Setaria adhaerens* (Forssk.) Chiov., Johnson de semilla *Sorghum halapense* (L.) Pers. y

zacate rosetilla *Cenchrus echinatus* L., se recomienda utilizar el herbicida preemergente trifluralina (Treflan) a una dosis de 2.0 litros por hectárea (l/ha). Para combatir Zacate pinto, Cadillo *Bidens pilosa* L, Retama *Flaveria trinervia* (Spreng.) C. Mohr, Correhuela *Convolvulus arvensis* L., Zacate pegarropa, Quelite *Amarantus hybridus* L. y Johnson de semilla, se indica la utilización del herbicida fluometuron (Cotoran o Cottonex) o Diuron (Karmex) asperjado al suelo antes del primer riego de auxilio a razón de 3.2 litros (l) y 2.0 kg/ha, respectivamente.

### 7. Manejo integrado de plagas.

Las principales plagas son el Gusano bellotero *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850), Mosquita blanca *Bemisia argentifolii* (EPPO, 2020), Chinche lygus *Lygus spp.* y la Conchuela *Chlorochroa ligata* Say. Su control se presenta en el cuadro 6. Se considera de menor importancia el Pulgón del algodón *Aphis gossypii* y los Trips *Thrips angusticeps* y *T. tabaci*. Para el manejo de las plagas se sigue la estrategia de muestreo de planta: terminales, botones florales, flor y bellotas determinando el porcentaje de infestación la cual es un muestreo integral de la planta, estrategia comúnmente utilizada en las áreas productoras de algodón.

1. A partir de la etapa de plántula se muestrea para determinar daño de gusano alambre *Agriotes spp.* Si el terreno tiene antecedentes de presencia de gusanos de alambre o gusanos del suelo (Elateridos) o el cultivo anterior fue cacahuete, se debe tratar la semilla previa a la siembra con Semevín. Minador *Liriomyza spp.* y Trips regularmente no requieren alguna medida de control químico. Se deben usar trampas para Picudo del Algodón *Anthonomus grandis* Boheman y Gusano Rosado *Pectinophora gossypiella* que servirán para determinar la presencia de las plagas (programa binacional de erradicación/supresión).
2. Al inicio de la producción de botones florales “cuadros” se intensifica el muestreo de estos órganos fructíferos para determinar presencia o infestación de Picudo del Algodón, oportunamente. Se continúa con el muestreo de terminales en planta.
3. Finalmente, el muestreo de toda la planta: terminales, botones florales, flor y bellotas determinando el porcentaje de infestación por plaga.
4. El control químico se iniciará cuando se alcance el nivel crítico para cada una de las plagas presentes en el momento de la inspección. Los productos químicos que se indican, deben alternarse con base en las plagas presentes, empleando las dosis que se indica para cada caso.
5. El control cultural es la estrategia utilizada al final del ciclo a través de la práctica del desvare y el barbecho lo más temprano posible, con la finalidad de reducir las poblaciones invernantes y consecuentemente reducir las poblaciones en el siguiente ciclo algodónero.

### 8. Enfermedades.

Viruela de algodón *Puccinia cacabata*. Es la enfermedad más importante en algodónero, la cual puede afectar el cultivo en cualquier etapa de su ciclo, siendo más grave durante la época de lluvias, principalmente si el ataque coincide entre los 70 y 100 DDS lo cual puede ocasionar hasta un 50% de pérdidas.

Las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad incluyen temperaturas moderadas (18 a 24 °C), lluvias de al menos 25 mm seguidas de 12 a 18 horas de humedad relativa de más de 90% o humedad foliar durante 16 horas. El hongo de la viruela del algodón tiene que infectar plantas de zacate navajita *Bouteloua gracilis* antes de infectar plantas de algodón, aparentemente las esporas pueden viajar hasta 12 km desde la fuente de infección hasta los predios de algodón. Los síntomas de la enfermedad aparecen entre los cinco a siete días después de que ocurre la infección. Se observan en las hojas, tallos, cuadros y bellotas pequeños puntos de color amarillo crema del tamaño de una cabeza de alfiler, los que a medida que pasa el tiempo, aumentan de tamaño, se abultan y cambian su color a un amarillo naranja; llegando a alcanzar hasta un centímetro de diámetro entre los 12 a 15 días después de ocurrida la infección. En el tallo causa lesiones amarillentas alargadas que cuando crecen lo hacen quebradizo.

La prevención de la enfermedad es menos costosa y puede lograrse aplicando un fungicida que contenga Mancozeb como: Penncozeb, Dithane M-45 o Manzate 200. Una vez que la enfermedad está presente, puede controlarse con fungicidas del grupo de las estrobilurinas: Piraclostrobin (Headline), Azoxistrobin (Quadris, Amistar) y el Azoxistrobin+ciproconazole en su formulación como Priori xtra en dosis de 200 a 400 ml/ha.

**Cuadro 6. Principales plagas que atacan el cultivo del algodón en Chihuahua, productos comerciales para su control, dosis por hectárea y época de aplicación.**

| Plaga            | Cuando combatirlo  | Insecticidas   |
|------------------|--|--|
| Gusano bellotero | Cuando se encuentren 5 larvas de primeros instares en 100 terminales muestreadas al azar.  | Metomilo (Nudrin 90) 300-400 g/ha.<br>Benzoato de amamectina (Denim 19 CE) 100-250 ml/ha.<br>Bifentrina (Bifentrina CE) 400-600 ml/ha.<br>Cipermetrina (Combat 20) 500 ml/ha.<br>Azadiractina (Neemix 45) 240-770 ml/ha. |
| Mosquita Blanca  | Aplicar insecticidas si hay 5 o más adultos/hoja después de haber contado los adultos presentes en el envés de una hoja tomada del quinto nudo de 30 a 50 hojas por predio.                | Buprofezin (Aplaud 40SC) 250-400 g/ha.<br>Fenpropatrin (Herald 375 CE) 450-600 ml/ha.<br>Bifentrina (Wisdom 10 PH) 400-600 g/ha.<br>Imidacloprid (Confidor 350SC) 300-600 ml/ha.<br>Metomilo (Lannate) 250-400 g/ha.     |
| Chinche lygus    | El umbral económico es definido por el número total de individuos (todos los estadios) de Lygus (15) y el total del número de ninfas (4) en un muestreo de 100 redadas. Conocido como 15/4 | Fonicamid (Turbine, Fonicamid 50%. GS) 150-250 g/ha.<br>Sulfoxaflor (Toretto) 150-250 ml/ha.<br>Cipermetrina (Cipermetrina 200) 400-700 ml/ha.   |
| Conchuela        | Colectar 25 bellotas susceptibles al azar en cada uno de los cuadrantes del predio de un área no mayor de 40 hectáreas   | Thiametoxam+Lambda cyalotrina (Engeo) 200-300 ml/ha.<br>Imidacloprid+Betacylfutrin (Muralla) 400-500 ml/ha.<br>Cipermetrina (Cipermetrina 200) 400-700 ml/ha.<br>Malathion (Malathion 1000 E) 1.5-2.0 l/ha.              |

### 9. Uso del Cloruro de Mepiquat como regulador de crecimiento.

**Modo de acción del cloruro de mepiquat.** El cloruro de mepiquat, *cloruro de N,Ndimetilpiperidinio*, (CM) es usado para regular el crecimiento de algodón. El CM inhibe la producción del ácido giberélico y sus efectos están en función del tamaño de planta y la dosis aplicadas. El CM no se metaboliza, pero su concentración se reduce al aumentar la biomasa de las plantas. Se ha reportado que el CM afecta solo a tejidos nuevos y no tiene ningún efecto en las partes de la planta que han cesado su crecimiento.

El principal efecto por la aplicación de CM en algodón es la reducción de su altura, al reducir la longitud de los entrenudos. El CM se comercializa como suspensión acuosa con 250 g de ingrediente activo (i.a.) por litro y la dosis de aplicación varía de 125 a 750 g i.a./ha. Por lo general, la altura a cosecha del algodón tratado con CM se reduce en 10 a 20%. Nuestra tarea es manejar la altura de la planta hacia un tamaño de entrenudos deseado que por lo general es de 5 cm. Las nuevas variedades con alto potencial de rendimiento

tienen la característica de continuar su crecimiento vegetativo al mismo tiempo que soportan una alta carga de bellotas, estas variedades pueden llegar a necesitar dosis de cloruro de mepiquat desde el inicio de la formación de botones florales.

Existen condiciones que pueden indicarnos la posibilidad de uso de reguladores:

- Algodón después de maíz u hortalizas.
- Siembras tardías.
- Variedades altas e indeterminadas.
- Historial de crecimiento en ese predio.
- Altas densidades de población.
- Predios con alto N disponible.
- Predios con baja retención de botones.
- Cosecha temprana del predio.

**Factores que determinan el uso de cloruro de mepiquat.** El mejor regulador del crecimiento del algodón es una alta retención de los primeros frutos en las ramas inferiores. La retención de los primeros frutos, principalmente en la primera posición, reduce la cantidad de carbohidratos disponibles para el crecimiento vegetativo. Por lo que antes de planear el uso de CM se deben hacer todos los esfuerzos para mantener un ambiente que promueva la retención de los primeros frutos.

El estado de desarrollo de la planta de algodón determina en gran medida la necesidad de regulación de su crecimiento vegetativo. Antes del desarrollo del primer cuadro, en las plantas de siete a nueve nudos, el desarrollo del algodón es solo vegetativo y el uso de CM no es recomendable. Por otra parte, dos semanas después del inicio de la floración, el algodón ha alcanzado del 85 al 95% de su altura final si tiene una buena carga de bellotas y es demasiado tarde para aplicar CM. Por lo anterior, el manejo del crecimiento vegetativo está limitado a la etapa de crecimiento lineal del algodón que se ubica entre la aparición del primer cuadro hasta dos semanas después del inicio de la floración, que comprende alrededor de 40 a 50 días (Figura 1). Las aplicaciones de CM deben anticiparse al crecimiento excesivo del algodón ya que este producto solo actúa sobre la parte de la planta en crecimiento.

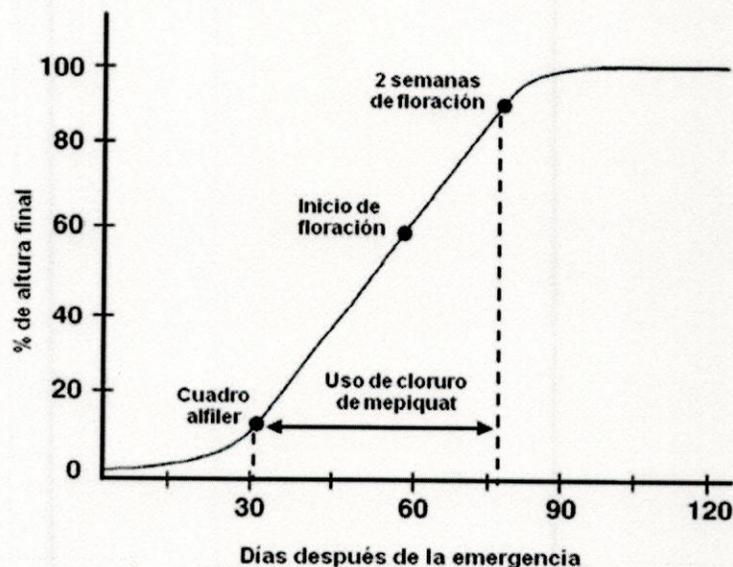


Figura 1. Crecimiento de una planta sana de algodón en condiciones adecuadas de humedad y temperatura.

**Monitoreo del desarrollo del algodón.** Un aspecto muy importante en el uso de CM es el monitoreo del crecimiento del algodón. Los métodos de monitoreo son:

**Relación altura a nudos.** La relación altura a nudos (**RAN**) debe ser monitoreada para evaluar el crecimiento vegetativo del algodón. La RAN se obtiene al dividir la altura de la planta en centímetros entre el número de nudos en el tallo principal y el resultado es la longitud promedio de entrenudos. La altura debe medirse de los cotiledones o nudo "0" a la yema terminal. Para asegurar consistencia, el conteo se detiene en el nudo que sostiene una hoja de al menos 3 cm de largo. La RAN indica el estrés que la planta ha sufrido durante su desarrollo, ya que el número de nudos no está influenciado por el estrés, como lo está la altura, sino que depende solo de la edad de la planta.

Se considera que una planta tiene crecimiento vegetativo excesivo cuando el promedio de sus entrenudos es mayor al que presentan plantas normales en ese estado de desarrollo y significa que las plantas tienen un crecimiento vegetativo excesivo con bajos niveles de retención de frutos (Cuadro 7). Sin embargo, es necesario aclarar que la RAN considera toda la planta y el CM no tiene efecto en las partes ya desarrolladas de la planta y afectará solo a las células en crecimiento.

**Cuadro 7. Relación altura a nudos (RAN) de plantas de algodón en diferentes condiciones y estados de desarrollo (Adaptado de Rosales-Robles y Sánchez-de la Cruz, 2011).**

| Estado de desarrollo        | RAN (cm/nudo)    |               |                                 |
|-----------------------------|------------------|---------------|---------------------------------|
|                             | Planta estresada | Planta normal | Planta con crecimiento excesivo |
| Inicio de cuadro            | <1.9             | 1.9-3.0       | >3.3                            |
| Primera flor                | <3.0             | 3.0-4.3       | >4.8                            |
| Floración temprana          | <4.0             | 4.3-5.0       | >6.0                            |
| Floración temprana+ 15 días | <4.6             | 5.0-5.6       | >6.0                            |

**Longitud promedio de los entrenudos superiores.** La longitud promedio de los entrenudos superiores debe ser monitoreada ya que es la parte de la planta en crecimiento activo y que puede ser manejada con la aplicación de CM. Para el monitoreo de los entrenudos superiores, se localiza el entrenudo superior que debe ser de al menos 1.2 cm y con su hoja expandida y sin arrugas, esta hoja será la hoja "cero". Se cuentan cinco entrenudos hacia abajo y se miden con una regla en centímetros. Se obtiene el promedio de la longitud de los cinco entrenudos (**5NS**) y si el promedio es mayor a 5 cm el algodón tiene un crecimiento vegetativo excesivo y se debe considerar la aplicación de CM.

**Nudos arriba de la flor blanca.** Durante la floración, el estado del algodón normalmente se describe en términos del número de nudos arriba de la flor blanca más alta en primera posición (**NAFB**). Un algodón bien manejado al inicio de su floración debe tener de 9 a 10 NAFB. Después de las primeras dos semanas de floración los NAFB disminuyen debido a la alta demanda de carbohidratos por las bellotas en formación en las primeras ramas fructíferas y a que la producción de energía decae al no existir la producción de crecimiento vegetativo nuevo de nudos, ramas y hojas. Si después de tres semanas de floración los NAFB no disminuyen, se debe verificar la retención de frutos, ya que un algodón con un número de NAFB alto puede tener una baja retención de frutos causado por el daño de insectos. Bajo esta situación el cultivo seguirá creciendo al producir más nudos y ramas si hay una alta humedad y fertilidad de suelo. En lotes de algodón con NAFB mayores a 9 ó 10 al inicio de su floración o que su NAFB no decline después de tres semanas de floración es conveniente aplicar CM para detener su crecimiento.

Por otra parte, al ascender la floración al ápice de la planta, toda la energía se envía a las bellotas en desarrollo y la floración cesa. Este evento se denomina cese de la fructificación (**cut-out** en inglés) y ocurre normalmente a un número de NAFB de 4 a 5, ya que las flores subsecuentes tienen una probabilidad muy baja de producir bellotas de tamaño y calidad adecuados. El cese de la fructificación ocurre debido a que la producción de carbohidratos es igual a su demanda y no se produce un nuevo crecimiento vegetativo. En esta etapa la aplicación de CM no es útil pues el crecimiento vegetativo de la planta ha cesado.

**Dosis de aplicación de cloruro de mepiquat.** El CM es usualmente necesario cuando las condiciones favorecen el crecimiento excesivo del algodón. Algunas de estas condiciones son: una densidad mayor a 12 plantas por metro de surco, alta fertilización nitrogenada, lluvia excesiva, antecedentes de crecimiento excesivo del algodón en el lote y variedades con alto vigor.

**Cuadro 8. Dosis de cloruro de mepiquat sugeridas al inicio de cuadro de acuerdo a su crecimiento (Modificado de Jost et al., 2006, citado por Rosales-Robles y Sánchez-de la Cruz, 2011).**

| RAN (cm) | 5NS (cm) | Dosis de CM g l.a./ha |
|----------|----------|-----------------------|
| <3       |          | No aplicar            |
| 3 a 5    | <5       | 125                   |
| 3 a 5    | >5       | 190                   |
| >5       | <5       | 190                   |
| >5       | >5       | 250                   |

RAN: Relación altura a nudos; 5NS: Longitud promedio de los cinco nudos superiores.

**Aplicaciones al inicio de cuadro.** El uso de CM al inicio del cuadro alrededor de los 40 días después de la emergencia permite hacer un manejo temprano del crecimiento del algodón. En este caso se inicia el monitoreo de las plantas cuando se inicia el crecimiento activo del algodón (Figura 1) y los cuadros se encuentran en el estado de "cabeza de cerillo" con 3 a 6 mm de diámetro. El monitoreo se debe realizar tomando al menos 20 plantas y verificando su relación altura a nudos (RAN) y la longitud promedio de los cinco nudos superiores (5NS). Las dosis de CM variarán de acuerdo a estos dos parámetros y se establecen en el Cuadro 8. Es necesario monitorear nuevamente el lote en una o dos semanas después de la aplicación y verificar el crecimiento del algodón. A inicios de floración se sugiere seguir las indicaciones del siguiente apartado.

**Aplicaciones al inicio de floración.** Al inicio de la floración la planta de algodón, 50% de plantas con al menos una flor, se encuentra en plena fase de crecimiento lineal o intensivo y ya ha llegado a un 60% de su altura final (Figura 1), por lo que las dosis de CM son mayores, dado que se requiere más producto para una mayor biomasa del cultivo. Si no se ha tratado previamente el algodón y se encuentra en crecimiento vegetativo excesivo, será difícil detener su crecimiento. Por lo que el monitoreo en cuadro es muy recomendable. Para tomar la decisión de la aplicación y dosis de CM se debe verificar la relación altura a nudos (RAN) y la longitud de los cinco nudos superiores (5NS) en al menos 20 plantas por lote. Las dosis variarán de acuerdo a estos dos parámetros y si se han realizado aplicaciones previas de CM y se establecen en el Cuadro 9.

**Cuadro 9. Dosis de cloruro de mepiquat sugeridas al inicio de floración de acuerdo a su crecimiento (Modificado de Jost et al., 2006, citado por Rosales-Robles y Sánchez-de la Cruz, 2011).**

| RAN (cm) | 5NS (cm) | Aplicación previa CM | Dosis de CM g l.a./ha |
|----------|----------|----------------------|-----------------------|
| <4.5     | -        | -                    | No aplicar            |
| 4.5 a 5  | <6       | Si                   | 125                   |
| 4.5 a 5  | <6       | No                   | 190                   |
| 4.5 a 5  | >6       | Si                   | 190                   |
| 4.5 a 5  | >6       | No                   | 375                   |
| >5       | <6       | Si                   | 250                   |
| >5       | <6       | No                   | 500                   |
| >5       | >6       | Si                   | 500                   |

|    |    |    |     |
|----|----|----|-----|
| >5 | >6 | No | 750 |
|----|----|----|-----|

RAN: Relación altura a nudos; SNS: Longitud promedio de los cinco nudos superiores.

## 10. Costo de producción.

A continuación, se muestra el desglose de los costos de producción y balance beneficio/costo:

### Costo de Producción de algodón Bombeo Aspersión\* FIRA-INIFAP

| Concepto                         | Unidad   | Cantidad | Precio unitario (\$/unidad) | Costo \$(ha)  |
|----------------------------------|----------|----------|-----------------------------|---------------|
| <b>Preparación del terreno</b>   |          |          |                             | <b>2,296</b>  |
| Barbecho                         | ha       | 1        | 1,015                       | 1,015         |
| Rastreo                          | ha       | 1        | 494                         | 494           |
| Nivelación                       | ha       | 1        | 434                         | 434           |
| Surcado                          | ha       | 1        | 353                         | 353           |
| <b>Siembra</b>                   |          |          |                             | <b>7,280</b>  |
| Semillas                         | semillas | 150,000  | 5,904                       | 5,904         |
| Siembra precisión                | ha       | 1        | 1,376                       | 1,376         |
| <b>Fertilización (160-70-00)</b> |          |          |                             | <b>4,979</b>  |
| Urea (46-00-00)                  | kg       | 315      | 9.680                       | 3,049         |
| MAP (11-52-00)                   | kg       | 135      | 13.713                      | 1,577         |
| Aplicación terrestre             | ha       | 1        | 353                         | 353           |
| <b>Labores culturales</b>        |          |          |                             | <b>1,895</b>  |
| Escarda                          | ha       | 3        | 632                         | 1,895         |
| <b>Riegos</b>                    |          |          |                             | <b>12,348</b> |
| 1 Mm <sup>3</sup> (Extracción)   | Riego    | 2        | 1,764                       | 3,528         |
| 1 Mm <sup>3</sup> (Extracción)   | Riego    | 1        | 1,764                       | 1,764         |
| 1 Mm <sup>3</sup> (Extracción)   | Riego    | 1        | 1,764                       | 1,764         |
| 1 Mm <sup>3</sup> (Extracción)   | Riego    | 1        | 1,764                       | 1,764         |
| 1 Mm <sup>3</sup> (Extracción)   | Riego    | 1        | 1,764                       | 1,764         |
| 1 Mm <sup>3</sup> (Extracción)   | Riego    | 1        | 1,764                       | 1,764         |
| <b>Herbicidas</b>                |          |          |                             | <b>4,914</b>  |
| Treflan HFP (Trifluralina)       | l        | 2        | 405                         | 910           |
| Aplicación terrestre             | ha       | 1        | 800                         | 800           |
| Dicamba                          | L        | 1.5      | 534.7                       | 802           |
| Aplicación terrestre             | ha       | 1        | 800                         | 800           |
| Dicamba                          | L        | 1.5      | 534.7                       | 802           |
| Aplicación terrestre             | ha       | 1        | 800                         | 800           |

|   |     |       |       |                    |
|---|-----|-------|-------|--------------------|
| <b>Insecticidas</b>                             |     |       |       | <b>980</b>         |
| Cipermetrina                                    | l   | 1     | 180   | 180                |
| Aplicación terrestre                            | ha  | 1     | 800   | 800                |
| <b>Fungicidas</b>                               |     |       |       | <b>7,772</b>       |
| Headline (Piraclostrobin)                       | l   | 0.250 | 1,112 | 278                |
| Aplicación terrestre                            | ha  | 1     | 800   | 800                |
| Headline (Piraclostrobin)                       | l   | 0.250 | 1,112 | 278                |
| Aplicación terrestre                            | ha  | 1     | 800   | 800                |
| Priori Xtra (Azoxistrobin)                      | l   | 0.500 | 2,144 | 1,072              |
| Aplicación terrestre                            | ha  | 1     | 800   | 800                |
| Priori Xtra (Azoxistrobin)                      | l   | 0.500 | 2,144 | 1,072              |
| Aplicación terrestre                            | ha  | 1     | 800   | 800                |
| Priori Xtra (Azoxistrobin)                      | l   | 0.500 | 2,144 | 1,072              |
| Aplicación terrestre                            | ha  | 1     | 800   | 800                |
| <b>Cosecha</b>                                  |     |       |       | <b>5,231</b>       |
| Pizca   | ha  | 1     | 5,000 | 5,000              |
| Flete   | ton | 2.1   | 231   | 231                |
| <b>Diversos</b>                                 |     |       |       | <b>2,580</b>       |
| Permiso de siembra                              | ha  | 1     | 25    | 25                 |
| Servicio de asesoría                            | ha  | 1     | 350   | 350                |
| Seguro agrícola                                 | ha  | 1     | 2,205 | 2,205              |
| <b>Costo total</b>                              |     |       |       | <b>\$ 50,275</b>   |
| <b>Rendimiento</b>                              |     |       |       | <b>kg 2,100</b>    |
| Precio de 1 kg de fibra de algodón=30.29 pesos. |     |       |       | <b>\$/kg 30.29</b> |
| <b>Ganancia neta</b>                            |     |       |       | <b>\$ 13037</b>    |
| <b>Relación B/C</b>                             |     |       |       | <b>1.26</b>        |

Precio de la libra de algodón 0.836 dólares=13.74 pesos.

\*Elaboración con datos de FIRA.

**Costo de Producción de algodón riego gravedad presa INIFAP**

| Concepto                       | Unidad | Cantidad | Precio unitario (\$/unidad) | Costo (\$/ha) |
|--------------------------------|--------|----------|-----------------------------|---------------|
| <b>Preparación del terreno</b> |        |          |                             | <b>5,700</b>  |
| Subsuelo                       | ha     | 1        | 1,400                       | 1,400         |
| Barbecho                       | ha     | 1        | 1,600                       | 1,600         |

**COMPONENTES TECNOLÓGICOS PARA EL CULTIVO DE ALGODONERO**

|                                  |          |         |        |              |
|----------------------------------|----------|---------|--------|--------------|
| Rastreo                          | ha       | 2       | 750    | 1500         |
| Nivelación                       | ha       | 1       | 600    | 600          |
| Surcado                          | ha       | 1       | 600    | 600          |
| <b>Siembra</b>                   |          |         |        | <b>7,280</b> |
| Semillas                         | semillas | 150,000 | 5,904  | 5,904        |
| Siembra precisión                | ha       | 1       | 1,376  | 1,376        |
| <b>Fertilización (160-70-00)</b> |          |         |        | <b>4,979</b> |
| Urea (46-00-00)                  | kg       | 315     | 9.680  | 3,049        |
| MAP (11-52-00)                   | kg       | 135     | 13.713 | 1,577        |
| Aplicación terrestre             | ha       | 1       | 600    | 600          |
| <b>Labores culturales</b>        |          |         |        | <b>1,800</b> |
| Escarda                          | ha       | 3       | 600    | 1,800        |
| <b>Riegos Gravedad</b>           |          |         |        | <b>4,040</b> |
| Costo de agua                    | Millares | 7       | 320    | 2,240        |
| Riego de siembra                 | ha       | 1       | 300    | 300          |
| Riegos de auxilio                | ha       | 5       | 300    | 1,500        |
| <b>Herbicidas</b>                |          |         |        | <b>4,914</b> |
| Treflan HFP (Trifluralina)       | l        | 2       | 405    | 910          |
| Aplicación terrestre             | ha       | 1       | 800    | 800          |
| Dicamba                          | L        | 1.5     | 534.7  | 802          |
| Aplicación terrestre             | ha       | 1       | 800    | 800          |
| Dicamba                          | L        | 1.5     | 534.7  | 802          |
| Aplicación terrestre             | ha       | 1       | 800    | 800          |
| <b>Insecticidas</b>              |          |         |        | <b>980</b>   |
| Cipermetrina                     | l        | 1       | 180    | 180          |
| Aplicación terrestre             | ha       | 1       | 800    | 800          |
| <b>Fungicidas</b>                |          |         |        | <b>4,822</b> |
| Headline (Piraclostrobin)        | l        | 0.250   | 1,112  | 278          |
| Aplicación terrestre             | ha       | 1       | 800    | 800          |
| Priori Xtra (Azoxistrobin)       | l        | 0.500   | 2,144  | 1,072        |
| Aplicación terrestre             | ha       | 1       | 800    | 800          |
| Priori Xtra (Azoxistrobin)       | l        | 0.500   | 2,144  | 1,072        |
| Aplicación terrestre             | ha       | 1       | 800    | 800          |
| <b>Cosecha</b>                   |          |         |        | <b>5,231</b> |
| Pizca                            | ha       | 1       | 5,000  | 5,000        |
| Flete                            | ton      | 2.1     | 231    | 231          |
| <b>Diversos</b>                  |          |         |        | <b>2,580</b> |
| Permiso de siembra               | ha       | 1       | 25     | 25           |

|                                      |                           |   |               |       |
|--------------------------------------|---------------------------|---|---------------|-------|
| Servicio de asesoría                 | ha                        | 1 | 350           | 350   |
| Seguro agrícola                      | ha                        | 1 | 2,205         | 2,205 |
| <b>Costo total</b>                   |                           |   |               |       |
|                                      | \$                        |   | <b>42,326</b> |       |
| <b>Rendimiento</b>                   |                           |   |               |       |
|                                      | kg                        |   | <b>2,100</b>  |       |
| <b>Precio de la libra de algodón</b> |                           |   |               |       |
|                                      | 0.836 dólares=13.74 pesos |   | <b>30.29</b>  |       |
| <b>Ganancia neta</b>                 |                           |   |               |       |
|                                      | \$                        |   | <b>21,286</b> |       |
| <b>Relación B/C</b>                  |                           |   |               |       |
|                                      |                           |   | <b>1.50</b>   |       |

Precio de 1 kg de fibra de algodón=30.29 pesos

\*Elaboración con datos de FIRA.

**ELABORÓ**

M.C. Hugo Raúl Uribe Montes

E-mail: uribe.hugo@inifap.gob.mx

Tel: (55) 38-71-87-00 ext. 82207

**REVISÓ**

M.C. Noé Chávez Sanchez

E-mail: Chavez.noe@inifap.gob.mx

Tel: (55) 38-71-87-00 ext. 82701

Fecha de elaboración: 01/04/2024

