



"Análisis que rinden  
abundantes cosechas..."

# ALGODÓN

## NUTRICION Y FERTILIZACION



## Manejo Nutricional del Algodonero

M.C. Miguel Peña Datoli, Ing. Leobardo Gamboa Macías, Dr. Javier Z. Castellanos

### Introducción

El algodón es el cultivo textil de fibra suave más importante del mundo. Una vez cosechado con todo y semilla, como algodón en hueso, se separa la fibra para colocarla en pacas de 218 kg o 480 libras. Una tonelada de algodón en hueso rinde 380 Kg de fibra, es decir 1.7 pacas. Los rendimientos varían de 3.4 a 8 toneladas de algodón en hueso, es decir, de 1308 a 3040 Kg de fibra (6-14 pacas/ha). Este cultivo se siembra mayoritariamente en Chihuahua, del 15 de abril al 15 de mayo, en Comarca Lagunera del 20 de marzo al 20 de abril y en el Valle de Mexicali del 15 de febrero al 31 de marzo, en una superficie total de 104,587 hectáreas con una producción total de 185,407 toneladas de fibra de algodón en 2016. La cosecha se realiza durante los meses de septiembre a noviembre (SIAP, 2017).

### Fenología

El rango de temperatura para los procesos metabólicos y bioquímicos del algodón es de 12.5 a 35 °C. Por lo tanto, los requerimientos de temperatura para que ocurra cada etapa fenológica del algodón se expresan como "unidades calor (UC)" o "Grados Día de Desarrollo (GDD)". En términos prácticos el desarrollo de los diferentes cultivos se expresa regularmente en días después de la siembra. Sin embargo, las etapas fenológicas son la forma más certera de identificar el desarrollo de éstos, la cual depende directamente de la temperatura. Las etapas fenológicas del algodón (*Gossypium hirsutum* L.) según Munger *et al* (1998)

considerando los días después de la siembra (DDS) son: la emergencia, que ocurre a los 70 u 80 GDD (10 DDS); los primeros cuadros, de los 320 a 380 GDD (40-45 DDS); el inicio de floración, que ocurre de los 550 a 680 GDD (60-70 DDS); las primeras bellotas, cuya etapa ocurre de los 800 a 930 GDD (80-90 DDS); los primeros capullos, cuya etapa ocurre a los 1200 a 1,350 GDD (115-125 DDS) y finalmente la senescencia que ocurre de los 1750 a 1900 GDD (>125 DDS).

### Nutrición

Las dosis de fertilización de cada uno de los macronutrientes se determinan con base en la disponibilidad del nutriente en el suelo y con la extracción total del mismo por el cultivo. La extracción se refiere a la cantidad total de nutriente absorbidos por el cultivo durante su ciclo de desarrollo en todos los componentes del cultivo, es decir: flores, hojas, tallo, raíz, fibra y semilla para unidad de producción, ya sea una paca o una tonelada de algodón en hueso o una tonelada de fibra. Para fines prácticos en esta publicación, las extracciones totales se presentarán en kg de nutriente total extraído/paca producida. Otro parámetro que suele utilizarse es la remoción de nutrientes y en este caso se refiere a la cantidad de nutriente que se exporta del terreno mediante la cosecha. En este caso se refiere a la cantidad de nutriente en fibra y semilla por unidad de producción, es decir una paca. En la figura 1 se presenta la curva de extracción nutricional de nitrógeno, fósforo y potasio para algodones con un ciclo de desarrollo de 190



días (1900 GDD) con una producción de 10 pacas/ha de fibra.

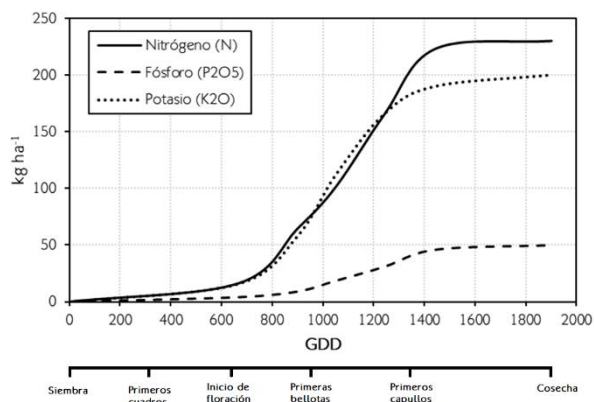


Figura 1. Curva de demanda nutricional de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O para algodónero con una producción de 10 pacas/ha.

## Muestreo del suelo y diagnóstico de su fertilidad

Antes de planear la fertilización del cultivo es imprescindible realizar el análisis de suelo a fin de diagnosticar los nutrientes que hace falta aplicar y las dosis en que estos se requieren. El muestreo de suelo consiste en tomar una muestra representativa a 30 cm de profundidad con ayuda de una barrena o pala. El análisis de suelo determina la fertilidad del terreno donde se establecerá el cultivo, y que, en conjunto con los aportes nutrimentales del agua de riego, nos permiten calcular las dosis de nutrimentos requeridos para el óptimo desarrollo del cultivo. En el cuadro 1 se presentan la interpretación de los resultados del análisis de suelo para muestras analizadas en **Fertilab**, de acuerdo con las unidades que presenta este laboratorio.

## Fertilización

El algodónero es un cultivo tolerante a la salinidad, pero sensible a la compactación del suelo, a temperaturas nocturnas bajas, a exceso de nitrógeno o a alguna deficiencia nutricional, ya que retardan la floración o formación de frutos y reducen el rendimiento. La fertilización en el algodónero debe realizarse en las cantidades,

calidad y oportunidad adecuadas. Diversas investigaciones han permitido estimar las extracciones nutrimentales del cultivo de algodónero. En el cuadro 2 se presentan las extracción y remoción de cada nutriente por paca producida.

Cuadro 1. Valores adecuados de concentración nutricional en el suelo de muestras analizadas en **Fertilab**.

Nutriente	Unidad	Valor adecuado
Fósforo-Bray (P)	ppm	>30
Fósforo-Olsen (P)	ppm	>20
Potasio (K)	ppm	>300
Calcio (Ca)	ppm	> 2500
Magnesio (Mg)	ppm	>200
Sodio Intercambiable (Na)	%	<5
Azufre (S)	ppm	>8
Hierro (Fe)	ppm	>8
Zinc (Zn)	ppm	>1.5
Manganeso (Mn)	ppm	>7
Cobre (Cu)	ppm	>0.8
Boro (B)	ppm	> 1.0

Nota: Estos datos se pueden utilizar únicamente con análisis realizados en Fertilab. ¿Sabes cuánto tiene tu suelo? Manda tu muestra a Fertilab.

## Nitrógeno

La deficiencia de nitrógeno en el algodónero produce semillas y partes vegetativas con bajo contenido proteico que limita el desarrollo de hojas y provoca un aceleramiento de la madurez. Asimismo, el exceso de nitrógeno favorece el crecimiento vegetativo acelerado e impide la pronta maduración del cultivo, generando una planta más atractiva para el ataque de plagas y enfermedades, generando un incremento en los costos de aplicación de reguladores de crecimiento y fertilizante, de ahí **la importancia de contar con un análisis de suelo para que este nos indique la cantidad que requiere el cultivo.**

El fertilizante nitrogenado debe aplicarse en las etapas críticas de desarrollo del cultivo de algodónero. Se sugiere aplicar el 20 % del N en la siembra, el 50 % al inicio de floración (1er riego

de auxilio) y el restante 30 % en la etapa de máxima formación de frutos (2do riego de auxilio).

**Cuadro 2. Extracción total y remoción de nutrientes por paca cosechada de fibra de algodón.**

Nutriente	Unidad	Extracción	Remoción
Nitrógeno (N)	Kg/paca	23	11
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Kg/paca	5	3
Potasio (K <sub>2</sub> O)	Kg/paca	20	6
Azufre (S)	Kg/paca	5	2
Calcio (Ca)	Kg/ paca	20	1
Magnesio (Mg)	Kg/ paca	5	2
Zinc (Zn)	g/ paca	60	12
Cobre (Cu)	g/ paca	13	3
Manganeso (Mn)	g/ paca	62	2
Hierro (Fe)	g/ paca	452	16
Boro (B)	g/ paca	50	6

\*Una paca de algodón representa 218 kg de fibra. El dato de absorción incluye fibra, semilla y residuos del cultivo.

La fertilización con este nutriente en etapas posteriores en el algodón no incrementa el rendimiento y retarda la madurez fisiológica del cultivo. Las fuentes de nitrógeno ideales para el algodón son fuentes sólidas en la siembra, tales como: urea, y sulfato de amonio; y en etapas finales, fuentes líquidas tales como UAN 32. La dosis de fertilizante nitrogenado dependerá de la reserva de N disponible en el suelo y de la meta de rendimiento y cuya dosis precisa se la indica Fertilab después de realizar el análisis de su suelo.

### Fósforo

El fósforo ha presentado escasa respuesta en el cultivo de algodón en ambientes donde la temperatura del verano incrementa la disponibilidad de éste en el suelo, siendo el caso de los suelos y ambiente dominantes en Chihuahua, La Laguna, Sonora y Baja California. Por lo tanto, se recomienda aplicar fósforo solo cuando no existe suficiente en el suelo y cuyo dato es obtenido del análisis en Fertilab. La dosis de fósforo dependerá del nivel del nutriente en el suelo que reporta el laboratorio y de la meta de

rendimiento y cuya recomendación se presenta en el cuadro 3.

La mejor forma y época de aplicación del fósforo es en forma granulada al momento de la siembra para que pueda ser asimilado desde las primeras etapas del cultivo, dada la baja movilidad de este nutriente; en el caso de utilizar el fertilizante en forma líquida, éste se aplicaría en el primer riego de auxilio. Durante el desarrollo del cultivo se recomienda realizar un análisis foliar para corroborar su estatus nutricional, y en caso de presentar deficiencia de este elemento, se recomienda su aplicación vía foliar. Las fuentes sólidas sugeridas de este nutriente son: fosfato mono amónico y fosfato diamónico, mientras que las fuentes líquidas son: polifosfatos de amonio, ácido fosfórico y fosfato diamónico líquido al 74%.

**Cuadro 3. Dosis de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) recomendadas para el algodón en kg ha<sup>-1</sup> según meta de rendimiento y el nivel del elemento en el suelo.**

Intervalo de P (ppm)		Meta de rendimiento (pacas de fibra de algodón)				
Bray	Olsen	6	8	10	12	14
<4	<4	40	45	70	80	90
4.1-10	4.1-9.0	30	40	60	70	80
10.1-20	9.1-15	25	30	50	60	70
20.1-30	15.1-20	0	20	40	50	60
30.1-40	20.1-25	0	0	10	15	20
40.1-60	25.1-35	0	0	0	0	0
60.1-80	35.1-50	0	0	0	0	0

Nota: Estos datos se pueden utilizar únicamente con análisis realizados en Fertilab.

### Potasio

El potasio se concentra principalmente en los órganos reproductivos de la planta de algodón, donde casi el 40% del total de este nutriente está presente en los capullos, brácteas y semillas (Halevy, 1976; Mullins y Burmester, 1990). Aproximadamente solo el 25% del total de K en la planta es exportado fuera del campo con la cosecha de las semillas y la fibra, mientras que el resto retorna con los residuos del cultivo, si son incorporados.

El periodo de mayor demanda de K ocurre durante la floración (60 - 80 después de la siembra). Los fertilizantes potásicos granulados recomendados son: sulfato de potasio, nitrato de potasio y tiosulfato de potasio. En caso de utilizar fertilizantes líquidos se sugiere el uso de nitrato de potasio (2do o 3er riego de auxilio) y los granulados en la siembra. En el Cuadro 4 se presentan las dosis de potasio recomendadas según las pacas producidas de algodón y concentración de potasio disponible en el suelo.

**Cuadro 4. Dosis de potasio (K<sub>2</sub>O) recomendadas para el algodón en kg ha<sup>-1</sup> según meta de rendimiento.**

Intervalo de K (ppm)	Meta de rendimiento (pacas de fibra de algodón)				
	6	8	10	12	14
<100	50	60	70	80	90
100,1 - 150	30	40	60	65	70
150,1 - 200	20	30	50	55	60
200,1 - 400	0	20	30	35	40
400,1 - 800	0	0	10	20	30
800,1 - 1200	0	0	0	0	0
1200,1 - 1500	0	0	0	0	0

Nota: Estos datos se pueden utilizar únicamente con análisis realizados en Fertilab.

### Calcio, Magnesio y Azufre

El calcio en el algodón es absorbido principalmente durante el desarrollo de las hojas (canopia), entre los días 25-50 después de la emergencia, la cual disminuye en la etapa final de la floración hasta finales de la formación de las bellotas. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el aporte de calcio no es requerido en el cultivo de algodón debido a que los requerimientos de este nutriente son muy bajos y las reservas en el suelo son altas.

La absorción del magnesio es alta durante los primeros días del cultivo, disminuyendo a partir del día 50 después de la germinación hasta el final de la maduración de las bellotas. En el Cuadro 5 se presentan las dosis de magnesio recomendadas para el algodón considerando la meta de rendimiento del cultivo y la concentración de

magnesio en el suelo. Por su parte, el azufre presenta una absorción máxima entre los días 20 a 50 después de la emergencia (emergencia-floración), la cual disminuye desde el final de la floración hasta la cosecha.

Debido a que la mayoría de los fertilizantes aportan considerables cantidades de azufre, y a que las aguas de riego contienen una importante concentración de sulfatos, normalmente la dosis de este nutriente se cubre completamente con las aplicaciones de otros nutrientes y con el riego, permitiendo omitir frecuentemente su dosis en las fórmulas de fertilización. Es recomendable siempre el análisis químico del suelo para determinar su aplicación con otras fuentes en caso de ser necesario, para llevar un adecuado manejo nutricional del cultivo.

**Cuadro 5. Dosis de Magnesio (Mg) recomendadas para el algodón en kg ha<sup>-1</sup> según meta de rendimiento.**

Intervalo de Mg (ppm)	Rendimiento (pacas de fibra de algodón)				
	6	8	10	12	14
<50	0	4	6	8	10
50,1 - 100	0	0	3	6	8
100,1 - 200	0	0	3	4	6
200,1 - 400	0	0	0	0	0
400,1 - 800	0	0	0	0	0
800,1 - 1400	0	0	0	0	0
1400,1 - 1600	0	0	0	0	0

Nota: Estos datos se pueden utilizar únicamente con análisis realizados en Fertilab.

### Micronutrientes

Los micronutrientes en el algodón se requieren en cantidades mínimas que van de 0.5 hasta 16 kg según la concentración de estos en el suelo y el rendimiento del cultivo en cada sistema de producción (Ver Cuadro 6). Por lo que su aplicación debe determinarse con un análisis de laboratorio que nos indique el nivel de estos en el suelo y nos permita calcular la dosis correcta para un cierto rendimiento y manejo del cultivo. Los fertilizantes recomendados para el aporte de los micronutrientes son: sulfato ferroso (Fe), sulfato

de zinc (Zn), sulfato de cobre (Cu), sulfato de manganeso (Mn) y ácido bórico o Boronat (B).

## Monitoreo nutrimental

El análisis de tejido vegetal permite conocer el estatus nutrimental del cultivo para evidenciar deficiencias nutrimentales, las cuales deben corregirse para promover altos rendimientos. Dada la importancia de cada uno de los nutrientes esenciales, el monitoreo nutrimental en algodónero es fundamental, ya que permiten obtener altos rendimientos y mayores ganancias para el productor.

**Cuadro 6. Rango de micronutrientes recomendados para producir de 6 a 14 pacas/ha de fibra de algodón.**

Rango	Rango de micronutrientes (kg $ha^{-1}$ )				
	Fe	Zn	Mn	Cu	B
Muy Bajo	3-6	10-16	6-9	1-5	0.7-2.0
Bajo	2-5	8-14	5-8	1-4	0.6-1.5
Mod. bajo	0	7-12	5-6	1-3	0.5-1.3
Medio	0	6-9	0	0	1.0
Mod. alto	0	0	0	0	0
Alto	0	0	0	0	0
Muy alto	0	0	0	0	0

Nota: Estos datos se pueden utilizar únicamente con análisis realizados en Fertilab.

La muestra foliar requerida en el algodónero corresponde a 30-50 láminas sin peciolo de las hojas más recientemente maduras (HMRM), las cuales corresponden entre la 3ª y 7ª hoja desde el ápice de las ramas (Ver Figura 2). Durante el muestreo se debe asegurar que las muestras de láminas foliares fueron tomadas en plantas de la misma variedad y etapa fenológica. Es fundamental evitar tomar muestras vegetales cuando el cultivo está estresado por sequía. Las muestras obtenidas deben colocarse en bolsas de papel e inmediatamente después de terminar el muestreo se envíen al laboratorio.



**Figura 2. Lámina y peciolo de la hoja más recientemente madura.**

El análisis foliar es una herramienta sumamente eficiente para evaluar la nutrición del cultivo ya que el contenido de nutrientes en la planta es un valor que resulta de la interacción entre el cultivo, el ambiente y el manejo. Este análisis provee información útil y funge como una herramienta tecnológica de precisión para la agricultura, práctica de mucha utilidad a la hora de diagnosticar el estatus nutrimental de los cultivos pero que no sustituye el análisis de suelo, sino que son complementarias.

El criterio de “suficiencia o rangos de suficiencia” es el criterio de interpretación de resultados foliares más utilizado, ya que establece valores de concentración nutrimental en un rango adecuado, lo que permite identificar las deficiencias que no generan síntomas aun sobre el nivel crítico (Campbell y Plank, 2000). En el Cuadro 7 se presentan los rangos de suficiencia nutrimental para el algodónero en la etapa de floración, los cuales son de carácter orientativo ya que derivan de varias fuentes de información, por lo que, los valores de suficiencia nutrimental derivados de estudios locales para cada cultivo y variedad serán más certeros al momento de interpretar el estatus nutrimental de la planta analizada.



**Cuadro 7. Rangos de suficiencia nutrimental en hojas de algodónero recientemente maduras en la etapa de floración (*Gossypium spp.*).**

Nutrimento	Unidades	Rango de concentración
N	%	3.50-4.50
P	%	0.20-0.50
K	%	1.50-3.00
Ca	%	2.00-3.50
Mg	%	0.30-0.90
S	%	0.25-0.80
Fe	ppm	50-300
Mn	ppm	25-350
Zn	ppm	20-80
Cu	ppm	5-25
B	ppm	20-80
Mo	ppm	0.60-2.00

Fuente: Mills y Jones, 1996; Jones, 1998; Correndo y García, 2012.

### Nitratos en peciolo

La dificultad para predecir la disponibilidad de N para el algodónero ha motivado a buscar nuevas formas de diagnóstico para implementar programas de fertilización nitrogenada. El análisis del peciolo se basa en analizar los pecíolos de las hojas que son fisiológicamente de la misma edad a través de la estación, por lo que se obtienen de hojas que han madurado recientemente. El programa de análisis del peciolo comienza una semana antes de la primera floración, es decir, las primeras muestras deben ser recogidas una semana antes de la floración, que es normalmente de 50 a 55 días después de la siembra.

El programa de monitoreo es más adecuado para los productores con sistemas de riego (riego rodado, pivote central o goteo), pero también tiene aplicación práctica para los productores en áreas con alta precipitación donde el suministro de agua es consistentemente adecuado para altos rendimientos. Los valores reportados a la fecha se han realizado en peciolo seco, pero es posible que, tal como ha ocurrido en otros cultivos, se puedan medir las concentraciones de NO<sub>3</sub>, P y K en extracto celular de peciolo. Esto daría una información más precisa del abasto nutrimental de estos tres macronutrientes. En el Cuadro 8 se muestran algunos valores de referencia de

concentración de nitratos en el peciolo de diferentes variedades de algodón para la región de Arizona, USA, en diferentes etapas de crecimiento

**Cuadro 8. Niveles deseables de nitratos (N-NO<sub>3</sub>) en el peciolo seco de diferentes variedades y etapas de crecimiento del algodónero en Arizona, USA.**

Etapa de crecimiento	Rangos deseables
	ppm
Formación de cuadros	15,000-18,000
Floración temprana	12,000-14,000
Primeros capullos	6,000-10,000
Primeros capullos abiertos	4,000

Nota: Contenido nutrimental en peciolo de las hojas más recientemente maduras (Australian Cotton CRC, 2001).

### Referencias

- Australian Cotton CRC. 2001. Nutripak: A practical guide to cotton nutrition. Rochester, I. (Ed.). Australian Cotton Cooperative Research Centre. 65 p.
- Campbell, C.R., y C.O. Plank. 2000. Foundation for practical application of plant analysis. N.C. Department of Agriculture and Consumer Services.
- Correndo, A. A. y F. O. García. 2012. Concentración de nutrientes en planta como herramienta de diagnóstico: Cultivos extensivos. Archivo Agronómico 14. IPNI International Plant Nutrition Institute - Cono sur.
- Halevy, J. 1976. "Growth rate and nutrient uptake of two cotton cultivars grown under irrigation". Agron. J., 68:701-705.
- Jones, Jr. J.B. 1998. Plant Nutrition Manual. CRC Press. Boca Raton. Florida. USA. 149 p.
- Mills, H. A. y J. B. Jones. 1996. Plant Analysis Handbook II. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. MicroMacro Publishing, Inc. Georgia, U.S.A.
- Mullins, G. L., y C. H. Burmester. 1990. "Dry matter, nitrogen phosphorus, and potassium accumulation by four cotton varieties". Agronomy J., 82:729-736.
- Munger, P., H. Bleiholder, H. Hack, M. Hess, R. Stauss, T. Van Denboom and E. Weber. 1998. Phenological growth stages of the cotton plant (*Gossypium hirsutum* L.) Codification and Description according to the BBCHScale – with figures. Journal of Agronomy and Crop Science 180:143-149.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2017. Estadísticas del cultivo de algodón. SAGARPA. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap>





En colaboración con...





Análisis que rinden abundantes cosechas...

# ANÁLISIS FITOPATOLÓGICOS



[www.fertilab.com.mx](http://www.fertilab.com.mx)

Dirección Y Teléfono Poniente 6 #200  
Esquina Av. Norte 3, Cd. Industrial, Celaya, Gto.  
Teléfono +52 (461) 6 14 5238, 6 14 7951,





[www.fertilab.com.mx](http://www.fertilab.com.mx)



Poniente 6 #200 Esquina Av. Norte 3,  
Cd. Industrial, Celaya, Gto.  
Teléfono +52 (461) 6 14 5238,  
614 7951, 6 15 4157, 2 16 1255