

FERTILIZACION FOLIAR CON NITROGENO Y POTASIO EN ALGODON

Cliff S. Snyder *

Introducción

Los fertilizantes foliares portadores de nitrógeno (N) y potasio (K) no son muy utilizados por los productores de algodón del Cinturón Algodonero Norteamericano, excepto en las áreas irrigadas de California y Arizona. La fertilización foliar con urea fue promovida por la Universidad de Arkansas, en la década del 70, para reducir el crecimiento excesivo de las variedades de ciclo largo. Este crecimiento excesivo se producía cuando se aplicaban dosis altas de N al suelo. En muchas regiones del Centro Sur y en California se observaron deficiencias de K en la década del 80, en las fases intermedia y tardía del ciclo del algodón.

Los beneficios nutricionales de una mejor fertilización se asocian frecuentemente con la prolongación del período de llenado de los capullos. Lamentablemente, muchos confunden este efecto con un retardo en la madurez, cuando al contrario, este efecto se debería considerar como una prevención de la reducción del período de llenado de los capullos. La mayoría de los productores de algodón reconoce la necesidad de desarrollar un programa correcto de manejo de los nutrientes aplicados al suelo para alcanzar sus metas de rendimiento, pero además, es necesario reconocer las condiciones y situaciones en las cuales los fertilizantes foliares pueden complementar el efecto de los fertilizantes aplicados al suelo. Esto permite incrementar la eficiencia de los nutrientes, el rendimiento y la rentabilidad.

La absorción de los nutrientes aplicados al suelo puede ser limitada por varias condiciones entre las que se incluyen: 1) gran carga de capullos en rápido desarrollo y concomitante reducción del sistema radicular activo, 2) reducción de la actividad radicular causada por compactación, acidez o nemátodos, 3) falta temporal de humedad en el suelo que limita la difusión de nutrientes, 4) actividad radicular reducida en la época de llenado de los capullos y 5) enfermedades. El conocimiento de la interacción de estos factores con la nutrición de la planta puede ayudar a los agricultores a determinar los beneficios potenciales de la fertilización foliar con N y K en los programas de nutrición del algodón.

Nitrógeno

Investigación en el centro sur de los Estados Unidos, determinó que el cultivo absorbe alrededor de 90 kg de N/ha para producir 1 fardo (500 libras o 227 kg) de algodón en pluma. En general, en sitios con riego o sin riego, pero con un potencial de enraizamiento profundo y buena humedad disponible en el suelo, se utilizan de 100 a 170 kg N/ha para producir 5.0 a 6.0 fardos de algodón en pluma. Se necesitan dosis mayores de N en cultivos completamente irrigados, en suelos muy arcillosos y en suelos con baja eficiencia de utilización de N. La absorción máxima (demanda) de N es de 3.5 a 4.5 kg de N/ha.día y ocurre en general entre 60 y 80 días después de la siembra. La respuesta del algodón a la fertilización foliar de N

es posible cuando: 1) se aplican dosis inadecuadas de N al suelo 2) el N del suelo se pierde por lixiviación, denitrificación, volatilización, inmovilización o por combinación de estos procesos, 3) la humedad del suelo limita temporalmente la disponibilidad de N y 4) el riego suplementario o la pluviosidad adecuada y bien distribuida aumentan el potencial de rendimiento. La disponibilidad del N en el suelo y la posibilidad de absorción por la planta, antes y durante la fructificación, determinan la necesidad de aplicación adicional de N vía foliar. Además, la capacidad de almacenamiento de N dentro de la planta y la habilidad de la planta en transportar este N de los tejidos más viejos a tejidos más jóvenes también influyen en la necesidad de fertilización complementaria con N.

Investigación conducida durante varios años en Arkansas demostró que la aplicación foliar de 34 kg de N/ha, en adición a la dosis de 67 a 100 kg de N/ha al suelo, incrementó el rendimiento de fibra de 47 a 113 kg/ha, con un promedio de 77 kg/ha (Figura1). Cuando se aplicaron dosis de 135 a 168 kg de N/ha al suelo, tres aplicaciones foliares de 11 kg de urea disueltos en 100 litros/ha produjeron una respuesta promedio de 29 kg de fibra/ha, o 2.3 kg de fibra por kg de N foliar.

Debido a la dificultad para predecir la disponibilidad del N para las plantas de algodón se buscan nuevas formas de diagnóstico para implementar un programa de fertilización nitrogenada. Una de estas formas de diagnóstico consiste en el muestreo del peciolo o de las hojas

* Director de la Oficina para el Centro Sur de los Estados Unidos del Instituto de la Potasa y el Fósforo. P.O. Drawer 2440. Conway, AR 72033-2440. USA.

del cuarto nudo del ápice del tallo principal de las plantas. Estas hojas deben haber madurado recientemente y deben estar completamente expandidas. En el caso de que el contenido de N total en las hojas, o el nitrato en los pecíolos, se encuentre por debajo de los contenidos estándar, la fertilización foliar con N podrá ser efectiva. Hasta el momento, ni los análisis de N en las hojas, ni los análisis de nitrato en el pecíolo han demostrado ser completamente eficientes en el diagnóstico de la necesidad de fertilización nitrogenada foliar. La falta de consistencia en la respuesta se relaciona con la incidencia de insectos, la disponibilidad de agua para el cultivo y el tamaño de la carga de capullos en desarrollo. Sin embargo, se puede afirmar con certeza que el diagnosticar deficiencias severas de N a tiempo minimiza las pérdidas en el rendimiento, ya que se puede optar a tiempo por la fertilización foliar. El concurso de un técnico entrenado es importante para la interpretación del análisis foliar.

La decisión de optar por la aplicación foliar de N se basa en: 1) dosis, época y disponibilidad del N aplicado al suelo, 2) nivel del N en la hoja o en el pecíolo, 3) magnitud del desarrollo de la carga de capullos, 4) control de insectos, 5) humedad del suelo y 6) época de madurez de los capullos a los cuales se desea aplicar la fertilización foliar suplementaria.

Generalmente, no se aconseja la aplicación de N al suelo después de las primeras semanas de la floración para reducir los riesgos asociados con: 1) crecimiento vegetativo exuberante y confianza excesiva en el control del crecimiento por medios químicos, 2) madurez retardada y dificultades con el deshoje y preparación para la cosecha y 3) incremento del período de exposición de la planta a

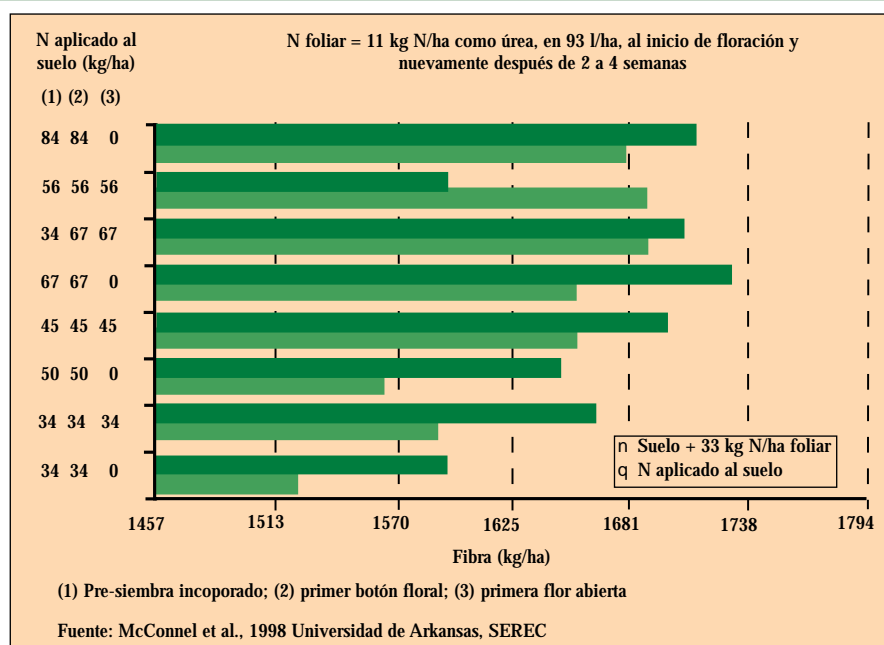


Figura 1. La respuesta del algodón a la aplicación foliar de nitrógeno depende de las dosis de este nutriente aplicado al suelo.

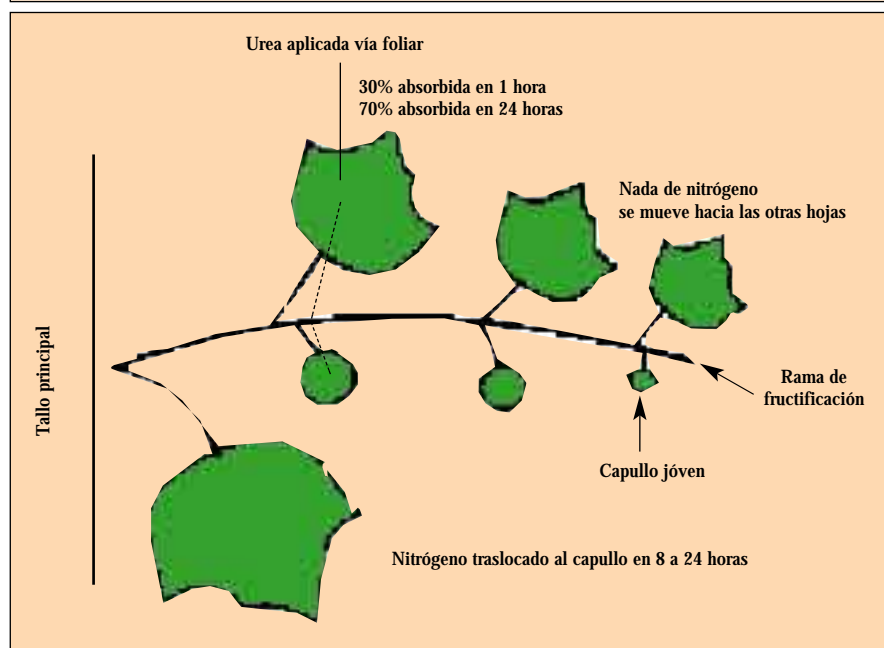


Figura 2. Absorción de urea vía foliar por las hojas y movimiento del N hacia el capullo del algodón (Fuente: Oosterhuis et al., 1989. Univ. Arkansas, Agric. Exp. Stn., Special Report, 138:23-26).

los insectos. En cultivos sin riego, la absorción del N aplicado al suelo es bastante limitada después de la primera floración.

Las aplicaciones foliares de N se deben hacer al inicio de la floración y pueden continuar hasta aproximadamente la sexta semana de la floración. El número exacto de aplicaciones foliares no está aún bien definido. Aplicaciones cada una o dos semanas de 6 a 11 kg de

N/ha en forma de urea, que empiezan al inicio de la floración, dan buenos resultados. La respuesta promedio a la fertilización foliar complementaria con N, cuando se aplicaron de 67 a 100 kg de N/ha al suelo, fue de 2.6 kg de fibra/kg de N foliar como se ilustra en la Figura 1. En otros estudios, se obtuvieron incrementos en el rendimiento por arriba de 8 kg de fibra/ha por kg de N.

La fertilización foliar con urea con bajo contenido de biuret puede corregir la deficiencia de N y evitar la pérdida de rendimientos cuando se descubre y corrige a tiempo. El nitrato de calcio pueden ser también una buena fuente de N para aplicación foliar. Estudios conducidos en Arkansas con urea marcada demostraron que 30% del N aplicado a las hojas de primera posición (próximo al eje principal, Figura 2) se absorbió en el plazo de una hora después de la aplicación y se translocó a los capullos adyacentes en el lapso de 6 horas. En un período de 12 a 24 horas, la mayor parte de N marcado se traslocó de las hojas hacia los capullos y poco o nada permaneció en las hojas o en los pecíolos (Figura 2).

Potasio

El algodón absorbe de 30 a 40 kg de K_2O por cada fardo (227 kg) de fibra de algodón producido. El potasio (K) es, después del N, el nutriente más absorbido por el cultivo del algodón. En la región Centro Sur de los EU, con una productividad promedio de 5 fardos/ha, la absorción es de alrededor de 170 kg de K_2O /ha. En estas condiciones, apenas 9 kg de K_2O /fardo o 45 kg de K_2O /ha son removidos por la cosecha. Como en el caso del N, el período de demanda máxima de K ocurre entre 60 a 80 días después de la siembra, con una absorción que varía de 3.5 a más de 4.5 kg de K_2O /ha/día. Cuando se presenta una deficiencia de K, las raíces sufren primero y luego los tejidos foliares más viejos. La habilidad de las plantas en traslocar cantidades significativas de K para los capullos jóvenes en desarrollo dependen de: 1) la severidad de la deficiencia 2) del estado de desarrollo de la planta cuando ocurre la deficiencia de K y del tamaño de la carga de capullos, 3) de la cantidad de K almacenada en los tejidos vegetativos considera

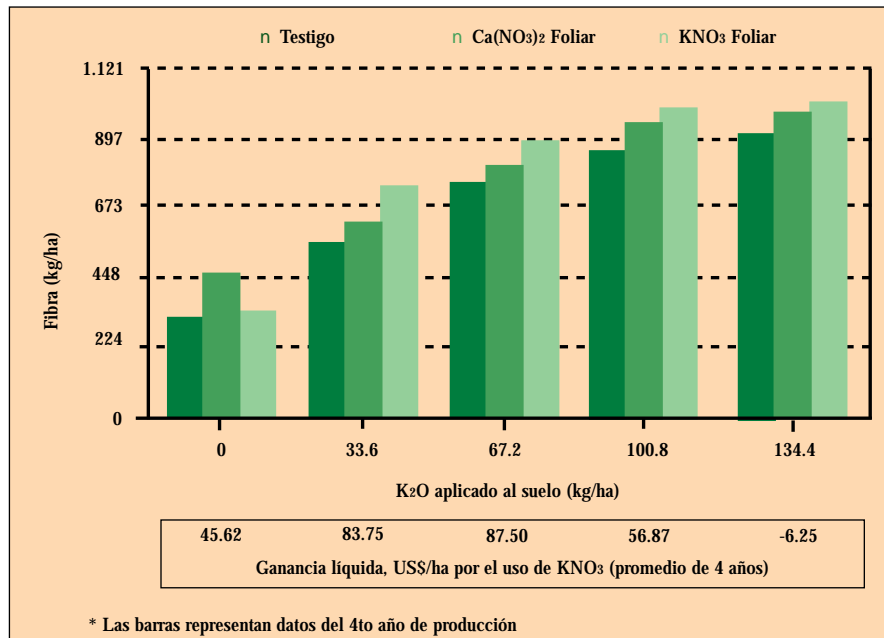


Figura 3. Respuesta del algodón a la fertilización potásica, vía suelo y foliar en un sistema de cultivo convencional (fuente: Roberts Gerloff & Howard, 1997. Univ. of Tennessee, Better Crops No. 1).

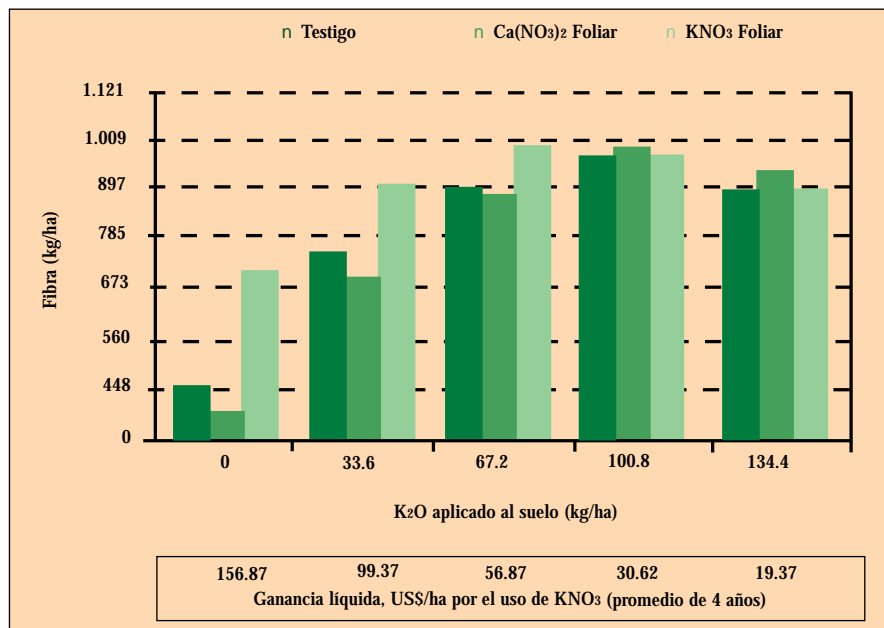


Figura 4. Respuesta del algodón a la fertilización potásica, vía suelo y foliar en un sistema de siembra directa (fuente: Roberts Gerloff & Howard, 1997. Univ. of Tennessee, Better Crops No. 1).

como reserva de las plantas y 4) de la humedad disponible del suelo.

El éxito obtenido con la aplicación de la fertilización foliar con N y el descubrimiento subsecuente de la presencia de deficiencias de K después de la floración (decoloración de la hoja, enfermedades foliares y retardo prematuro del desarrollo de la hoja) incentivaron la conducción de varios estudios

que evaluaron las respuestas del algodón a diversas fuentes, dosis y épocas de aplicación de K. Cuando los niveles de K en el suelo fueron bajos y las dosis aplicadas no fueron suficientes para satisfacer las necesidades del cultivo, la fertilización foliar con K disminuyó los daños causados por enfermedades foliares, incrementó la producción y mejoró la calidad de la fibra. Sin embargo, cuando la

marchitez de *Verticillium* estuvo presente, la aplicación foliar de K no disminuyó el daño de la enfermedad y por lo tanto no incrementó la producción.

Aplicaciones de altas dosis de K, por varios años, son necesarias en suelos que presentan de bajo a mediano contenido de K según el análisis de suelo (< 140 ppm de K, con Mehlich 1 o Mehlich 3) para corregir la deficiencia y evitar pérdidas de rendimiento.

Investigación conducida recientemente en Tennessee, EU, indica que probablemente es necesario aplicar dosis más altas de K en algodón cultivado en sistemas de siembra directa que en el algodón convencional. Cuando se aplicaron bajas dosis de K a suelos deficientes (< 90 ppm de K con Mehlich 1 o Mehlich 3), la fertilización foliar con K mejoró el rendimiento. La fertilización foliar con K fue rentable durante por lo menos dos años (Figuras 3 y 4) en suelos que recibieron dosis relativamente altas de K (135 kg de $K_2O/ha/año$). Se calcula que los costos del equipo y de la mano de obra por hectárea para la aplicación de nitrato de potasio (KNO_3) vía foliar son de aproximadamente US\$ 22,50/ha. Sumando a estos costos el valor del KNO_3 resulta en un costo total de cerca de US\$ 50/ha para 4 aplicaciones semanales de 5 kg de K_2O/ha .

El KNO_3 y el sulfato de K (K_2SO_4) son las fuentes de K comúnmente usadas en algodón en la región del Centro Sur de los E.U. Se ha demostrado que cuando se hacen aplicaciones semanales o quincenales de 5 kg de K_2O/ha al inicio de la floración se obtienen resultados consistentes y causan poco daño de quemadura en las hojas por salinidad. Estudios con diferentes fuentes de K aplicadas al follaje demostraron que regulando el pH de las soluciones (bajándolo a un rango de pH 4 a 6) se mejora la respuesta a la aplicación de

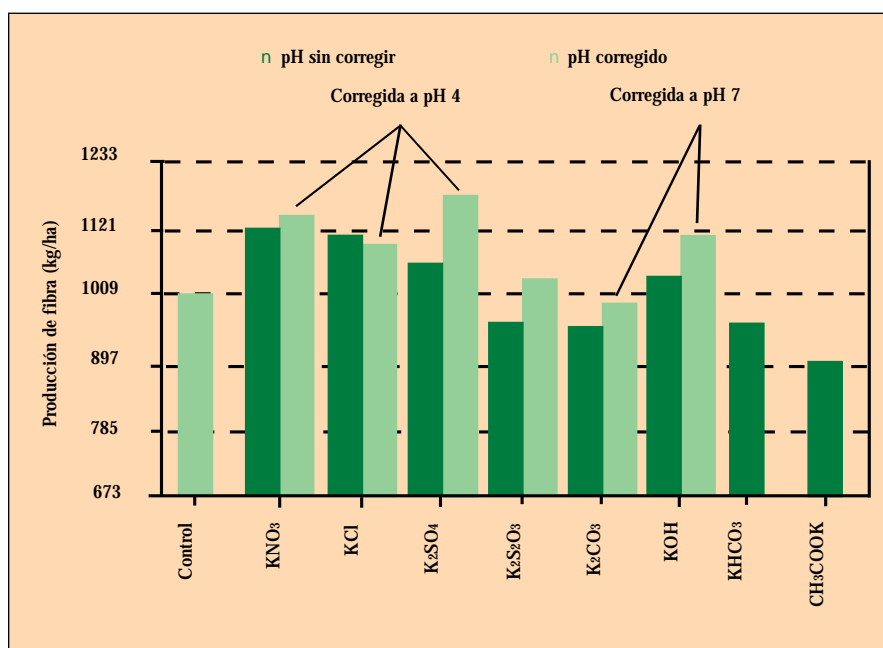


Figura 5. Incremento de la producción de fibra de algodón con solución tampón de potasio, vía foliar (fuente: Chang & Oosterhuis, 1995. Better Crops n. 2, p. 20-23).

K (Figura 5).

Las fuentes de K que elevan el pH de la solución causan quemaduras en las hojas. Estas fuentes son el hidróxido de potasio (KOH), carbonato de potasio (K_2CO_3), bicarbonato de potasio ($KHCO_3$) y no son aconsejables como fuentes de K para aplicación foliar.

Mezcla de soluciones fertilizantes nitrogenadas y potásicas con insecticidas

Los fertilizantes nitrogenados y potásicos pueden ser aplicados vía foliar junto con insecticidas piretroides, pero en este caso es necesario tener precaución. Investigación conducida en la Universidad de Arkansas determinó que se debe mezclar primero con agua el insecticida piretroide, antes de adicionar la solución fertilizante de N y/o K. El no seguir esta secuencia de mezcla puede interferir en la acción del agente emulsificante, causar la separación del insecticida de la solución fertilizante, resultando en una capa de insecticida en la superficie del tanque. Esto causa una aplicación deficiente del insecticida y

una posible reducción en el control de insectos con esta familia de insecticidas.

Algunos insecticidas organofosforados pueden ser sensibles al pH elevado de la solución. Por lo tanto, se debe consultar a distribuidores de los insecticidas sobre la compatibilidad antes de mezclar cualquier insecticida con soluciones de fertilizantes.

Conclusiones

Las aplicaciones de soluciones foliares con N y K al inicio de la floración del algodón, a intervalos semanales o quincenales, incrementan la producción al prevenir las pérdidas de rendimiento asociadas con deficiencias de N o K. La mayoría de la investigación conducida recientemente utilizó de 3 a 4 aplicaciones de 6 a 11 kg de N/ha y/o 5 kg de K_2O/ha en la evaluación del efecto de estas aplicaciones en el rendimiento. Trabajos de investigación anteriores probaron aplicaciones cada 2, 4, 6 y 8 semanas después del inicio de la floración. Ultimamente, las aplicaciones se programan a intervalos semanales empezando al

ciones tienen como objetivo: 1) complementar las necesidades de N y K que no fueron satisfechas con aplicaciones al suelo, 2) incrementar la absorción (y utilización) de N y K a través de las hojas, antes de que éstas maduren y desarrollen la cutícula cerosa que limita la absorción, 3) prevenir el desarrollo de las deficiencias de N y K que podrían reducir los pesos individuales de capullos más viejos y de mayor valor y 4) evitar el desarrollo tardío del cultivo y permitir la cosecha en la época adecuada donde los capullos son más rentables. Esta estrategia de ferti-

lización foliar es compatible con el uso del Programa de Monitoreo del Cultivo de Algodón, COTMAN (desarrollado por la Universidad de Arkansas). El programa COTMAN puede ser usado para detectar anomalías en el crecimiento y desarrollo de algodón, definir el momento económico para realizar las aplicaciones de insecticidas y planear las aplicaciones de productos químicos para mejorar las condiciones de cosecha del algodón.

La aplicación foliar de N y/o K incrementa los rendimientos, sin embargo, solo se debe considerar

esta práctica como suplemento de un programa balanceado de fertilización al suelo, basado en el análisis de suelo y con metas realistas de producción. El factor de mayor efecto en la respuesta potencial de fertilización foliar con N y K es el potencial de la carga de capullos. Si el cultivo se muestra saludable, los insectos bajo control, la humedad del suelo adecuada y el potencial de rendimiento aparece bueno, es entonces cuando debe pensarse en aplicaciones de N y K que indudablemente ayudarán al cultivo a producir todo su potencial.^b