

Combatir los efectos del cambio climático en el algodón

Lo que los científicos y los gobiernos pueden hacer al respecto

Dr. Paytas Marcelo MP 3/116
Ing. Agr. Scarpin Gonzalo MP 3/206
Ing. Agr. Dileo Pablo
Ing. Agr. Winkler Horacio Martín
EEA INTA Reconquista

Dr. Kranthi Keshav
Comité Consultivo
Internacional del Algodón - ICAC

paytas.marcelo@inta.gov.ar

En la 77ª reunión plenaria del CCIA (Comité Consultivo Internacional del Algodón), “Desafíos del algodón: soluciones innovadoras y sostenibles” desarrollada en el mes de diciembre de 2018 en Abiyán, Costa de Marfil, se destinó una sesión plenaria abierta al abordaje del efecto del cambio climático en la producción de algodón.

¿Cuáles son las definiciones y alcances del cambio climático?

Según el pronóstico del IPCC -Panel Intergubernamental para el Cambio Climático- (por sus siglas en inglés), el cambio climático a nivel mundial provocará una pérdida sustancial en la productividad agrícola en los próximos años. El cambio climático influye en la producción agrícola a través del aumento de las temperaturas, los cambios en la distribución, cantidad e intensidad de las precipitaciones, las tasas de radiación solar disponible, cambios en el CO₂ atmosférico, aumentos del nivel del mar entre otros.

Cerca del 56% de la superficie mundial algodonera depende de las lluvias, y el estrés hídrico puede derivar en una reducción significativa de los rendimientos. El cambio climático puede introducir olas de calor aumentando los riesgos de mayores problemas de insectos plagas y enfermedades, así como de cápsulas con menor peso y baja retención de las mismas, con pérdidas de rendimiento y deterioro de la calidad de la fibra. El Comité Consultivo Internacional del Algodón insta a los gobiernos a estimular el desarrollo de cultivares adaptados a condiciones ambientales extremas con una mayor eficiencia en el uso de agua, así como una alta eficiencia en el uso de nutrientes y con potencial para adaptarse y resistir sequías impredecibles, cambios térmicos, anegamientos y mayor incidencia de insectos plagas y enfermedades.

¿Que antecedentes tenemos en Argentina respecto a posibles escenarios vinculados al cambio climático?

Algunos ejemplos de condiciones extremas que han ocurrido en diferentes zonas de Argentina durante los últimos años, las cuales han derivado en graves pérdidas de cultivos se observan en la *Figura 1*. Desde episodios de altas precipitaciones durante un periodo corto de tiempo que generan anegamiento durante días consecutivos asociados a alta nubosidad, hasta periodos de extrema sequía generalmente asociados a altas temperaturas. Efectos indirectos como baja disponibilidad de nutrientes en suelo y situaciones de estrés salino sódico en suelos degradados y monocultivos de algodón.



Figura 1. Diversos escenarios ambientales adversos registrados en las últimas campañas

Para comprender los efectos adversos del cambio climático en necesario conocer cómo crece y se desarrolla la planta de algodón en condiciones óptimas. ¿Qué efectos tiene el ambiente sobre la misma?

Un equilibrio apropiado entre el desarrollo y crecimiento vegetativo y reproductivo es fundamental en el cultivo del algodón. Casi el 70% del peso de la cápsula se acumula después de la terminación del período vegetativo. Cualquier factor limitante durante ese período será negativo para el rendimiento y la calidad y, por lo tanto, es importante entender las etapas críticas de crecimiento para investigar los efectos limitantes de las condiciones ambientales.

El algodón es principalmente cultivado para obtener fibra. Comúnmente llamada planta inteligente ya que es necesario 2.25 veces más energía para producir aceites (semillas) que

celulosa (fibra), siendo esta última la prioridad de la planta. Es importante resaltar que debemos tener alta precaución al momento de cultivar algodón sobre tres componentes fundamentales: i) población de plantas por unidad de superficie (densidad); ii) número de capsulas retenidas por plantas y que llegan a cosecha; iii) tamaño de capsulas obtenidas hacia el periodo de madurez. Los tres componentes se definen en diversos períodos del cultivo: i) etapa vegetativa; ii) etapa reproductiva; iii) etapa de madurez, respectivamente. La calidad de la fibra se comienza a definir desde los inicios de la floración. Es importante conocer estos periodos críticos para tomar las decisiones agronómicas más adecuadas y entender el efecto del ambiente en cada una de ellas (Figura 2).

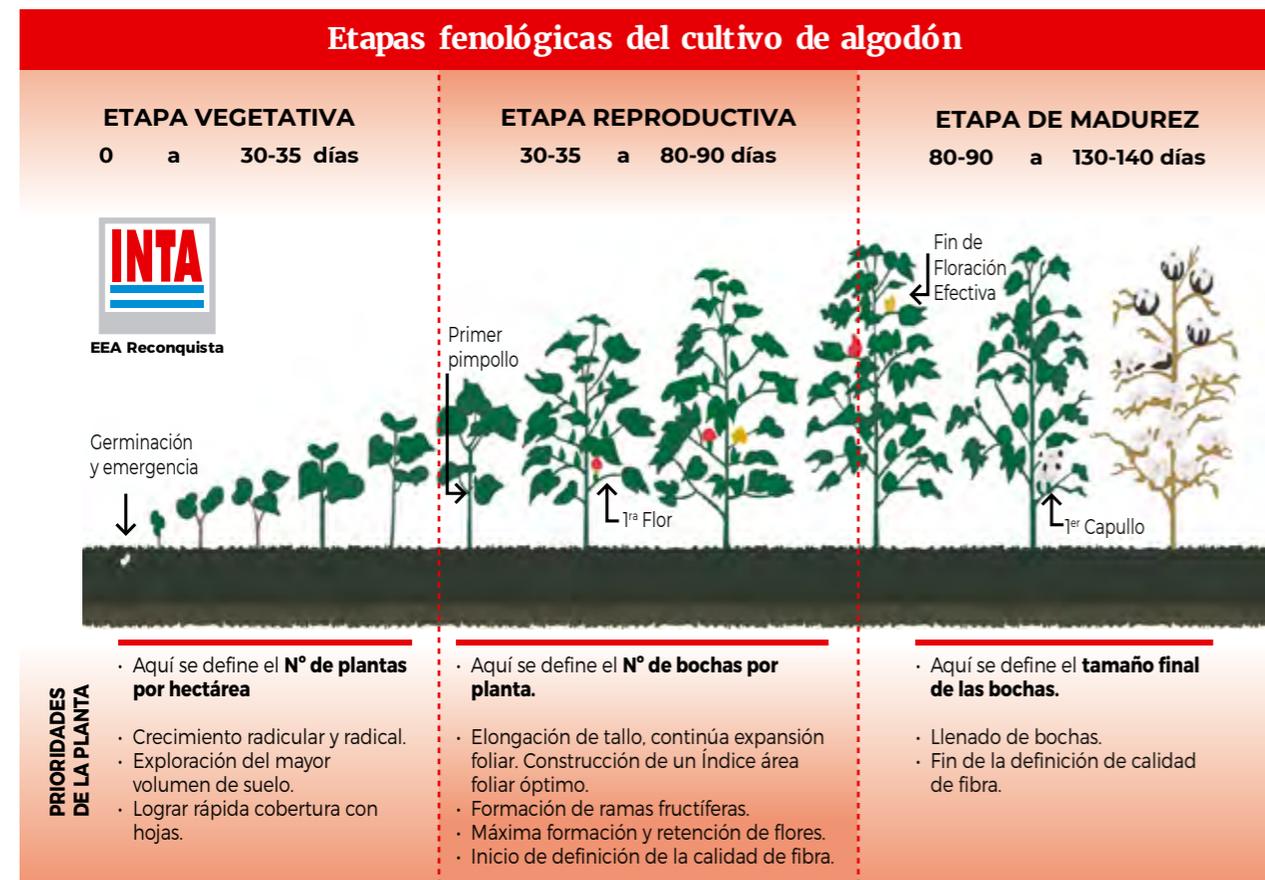


Figura 2. Etapas del cultivo de algodón y prioridades de la planta en cada caso.

¿Cuáles son las principales limitaciones ambientales para la producción de algodón y los procesos fisiológicos involucrados? ¿Que acciones de investigación y desarrollo estamos llevando adelante desde el INTA?

- Estrés hídrico por baja disponibilidad de agua o comúnmente llamada sequía.

Diversos experimentos demostraron que periodos de sequía durante la etapa vegetativa ocasionan una pérdida de 6 kg.ha⁻¹ de fibra por cada día que la planta se encuentra estresada. Esto se debe principalmente a una reducción en el número de plantas por unidad de superficie, o por una disminución en la acumulación de biomasa vegetativa

inicial que impacta directamente en el crecimiento y desarrollo de capsulas. En la etapa de floración, la pérdida de rendimiento por estrés hídrico se eleva a 15 kg.ha⁻¹, vinculado principalmente a la tasa de abortos de estructuras reproductivas; y durante la madurez, la pérdida es del orden de 4 a 8 kg.ha⁻¹. Se considera que el cultivo comienza a sufrir estrés hídrico cuando el agua disponible es menor al 50% de la capacidad de almacenaje del suelo en cuestión. Los experimentos se llevaron adelante en diversos sitios algodoneeros, en condiciones de campo, tanto en el norte de Santa Fe como en Australia (Paytas, Yeates 2010-2014) (Figura 3).



Figura 3. Experimentos que simulan periodos de estrés hídrico en diferentes momentos del cultivo en condiciones de campo.

- Estrés hídrico por exceso de agua o anegamiento prolongado.

En el otro extremo del espectro hídrico, el anegamiento en ciertos periodos del cultivo resulta ser negativo. Cuando el mismo ocurre durante la floración podría ocasionar una reducción del orden del 16-19% en kg fibra.ha⁻¹ (Scarpin, 2016-2017). En este caso también es importante conocer en que momento del cultivo ocurre el anegamiento, durante cuantos días se extiende y con qué magnitud se desarrolla ya que las reducciones en rendimiento y calidad suelen variar en función de estos factores.

- Estrés por altas temperaturas.

Las temperaturas son fundamentales para el desarrollo de las etapas fenológicas. Para esto, referimos a conceptos de temperaturas umbrales o críticas. Cuando ocurren periodos con temperaturas por encima o por debajo de las mismas, el efecto sobre el cultivo y su rendimiento pueden resultar negativas. Acciones de mitigación de dichos efectos son necesarias de estudiar, desarrollar e implementar.

Cuál es el efecto del estrés térmico sobre los procesos de fotosíntesis?

Se llevaron adelante ensayos de algodón que simularon periodos de estrés térmico mediante el uso de carpas de polietileno durante ciertos momentos críticos del cultivo para estudiar el efecto sobre los procesos relacionados a la fotosíntesis (Kelly Mercado, 2014-2017). Se observó que: i) El estrés térmico genera una reducción de la capacidad fotosintética de las plantas de algodón, producto del cierre estomático o por su acción directa sobre el aparato fotosintético; ii) Los efectos negativos de las altas temperaturas sobre la fotosíntesis estuvieron principalmente ligados con la aclimatación del cultivo a un régimen térmico superior, y no con sus impactos instantáneos; iii) El estrés térmico es más perjudicial durante la segunda parte del período crítico para la definición del rendimiento, que en la primera parte, debido a que el detrimento inicial durante de la primera parte del periodo crítico es parcialmente compensado durante el periodo posterior a la finalización del estrés; iv) El estrés térmico producido durante el periodo crítico impacta significativamente en la retención y el número total de capsulas fijadas





¿Cuál es el efecto de altas temperaturas, variando el genotipo y la fertilización nitrogenada?

Otro proyecto desarrollado para estudiar la mitigación por altas temperaturas incluyó el estudio de dos genotipos, ciclo corto y largo, en combinación con fertilización nitrogenada en pre floración (Facundo Colombo, 2014-2016). Se espera que la fertilización mejore la producción de biomasa vegetativa necesaria para revertir un posterior periodo de estrés térmico. Se utilizaron también carpas de polietileno en diferentes periodos del cultivo para lograr incrementos de temperatura. Se observó que: i) Las plantas sometidas a estrés por altas temperaturas en ambos genotipos de algodón independientemente del nivel de fertilización cumplieron su ciclo en un menor tiempo ocasionado una menor área foliar y biomasa total; ii) En aquellos algodones que fueron sometidos a episodios de altas temperaturas durante el inicio de la etapa reproductiva, la fertilización nitrogenada temprana no alcanzó a mitigar o revertir la disminución del rendimiento mediante la producción y/o partición de asimilados; iii) El incremento de la temperatura disminuyó el rendimiento en los genotipos de algodón como consecuencia del menor peso de las cápsulas; iv) El porcentaje de retención en la primera posición disminuye cuando el cultivo es sometido a altas temperaturas e incrementa la retención de sitios reproductivos en la tercera posición por compensación, siendo esto mayor en el genotipo de ciclo corto; iv) El rendimiento de fibra al desmote disminuye cuando es sometido a condiciones de altas temperaturas y nutrición nitrogenada, debido a la menor retención de cápsulas en la primera posición y aumento de la cápsula en la tercera posición. Las cápsulas en la tercera posición son de menor tamaño ocasionado por menor período de llenado.

¿Cuál es el efecto del estrés térmico en algodones con diferente distancia entre surcos?

En el marco de un proyecto de maestría se llevaron a cabo estudios que evaluaban algodones sembrados a 0.52 y 1 metro entre surcos, sometidos a estrés térmico en el período reproductivo (Nydia Tcach, 2013-2015). Se asumía que cuando se genera un estrés por altas temperaturas en las plantas de algodón, el acortamiento de la distancia entre surcos disminuye la temperatura, reduciendo los efectos negativos sobre el crecimiento y rendimiento. Se observó que: i) El sistema de siembra distanciado a metro presentó mayor amplitud térmica a nivel del aire que rodea la canopia en comparación con el sistema de configuración en surcos estrechos, lo cual explica que a medida que se acorta la distancia entre surcos las variaciones térmicas en el interior del cultivo son menores; ii) El sistema de siembra distanciado a metro fue el que menor porcentaje de retención de órganos fructíferos presentó con respecto al sistema de siembra a menor distanciamiento bajo condiciones de estrés térmico; iii) Las plantas sometidas a estrés por alta temperatura en ambos distanciamientos mostraron valores más altos de precocidad respecto a los controles lo cual significa que cumplieron su ciclo en menor tiempo ocasionando una menor biomasa total.

En la Figura 4 se observan imágenes de los diversos ensayos que se realizaron para estudiar el estrés por altas temperaturas.



Figura 4: Carpas de polietileno utilizadas para estudios de estrés térmico en diferentes etapas del cultivo del algodón.



- Estrés lumínico por baja disponibilidad de radiación o días nublados sucesivos.

Estudios en diversos sitios (Argentina y Australia) se realizaron para entender los mecanismos involucrados en el efecto de la variabilidad de radiación solar disponible en diferentes etapas fenológicas del cultivo (Paytas, Yeates, 2012-2014). Para el mismo se utilizaron carpas con media sombra que variaron su intercepción de la radiación en combinación con dosis de nitrógeno en genotipos de algodón (Figura 5). Diferentes regiones de Argentina (Reconquista, Santa Fe) y Australia (Narrabri, New South Wales y Ayer, Queensland) fueron los sitios elegidos para entender el crecimiento y desarrollo del algodón y opciones de manejo en respuesta a la reducción de radiación solar incidente. Se estudiaron algodones con características morfológicas contrastantes, fructificación indeterminado con gran desarrollo de canopeo y determinada con menor canopeo. Tratamientos de sombreado en diferentes momentos fenológicos para evaluar su interacción con la capacidad de compensación ante la disponibilidad de nitrógeno y agua. Se observó que: i) Períodos de sombreado posteriores a la primera flor incrementaron el número de abortos de órganos reproductivos, con disminución en el número de nuevos sitios fructíferos y acumulación de biomasa en algodones determinados; ii) La compensación fue más intensa cuando el sombreado ocurrió en pimpollado; iii) Los procesos de compensación variaron en función del momento de sombreado, ciclo del cultivo y dosis de agua y nitrógeno aplicado en asociación con reguladores de crecimiento.



Figura 5: Tratamientos de estrés lumínico variando intensidad de radiación, momentos fenológicos del cultivo y localidad de estudio.

¿Que acciones podemos realizar para sobrellevar efectos del cambio climático sobre el algodón?

Se propone:

- I) Continuar con investigaciones para cada región y sus condiciones agroambientales para conocer los potenciales de rendimiento y los factores limitantes en importancia creciente.
- II) Incorporar enfoques de trabajo que incluyan el manejo de la salud del suelo, los sistemas de drenaje o riego, manejo integrado de plagas, manejo integrado de fibras, modelos de simulación del cultivo de algodón desarrollado para cada región. Además, se necesitan ajustar prácticas agronómicas regionales apropiadas, así como programas de mejoramiento genético y variedades adaptadas a las condiciones limitantes.
- III) Estaciones meteorológicas con información disponible, histórica y diaria, de manera inmediata a los usuarios.
- IV) Capacitaciones permanentes de productores, técnicos y todos los integrantes del clúster algodónero con políticas que propicien las buenas practicas agrícolas en un marco de producción afectada por el cambio climático.

