

Respuesta de la variedad de algodón BRS-336 a un programa de manejo bajo las condiciones de Manabí-Ecuador

Adolfo Sotelo-Proaño^{1*}; Ernesto Cañarte-Bermúdez^{2,4}; Freddy Zambrano-Gavilanes³; Bernardo Navarrete-Cedeño²; David Suárez-Duque⁵

Resumen

Los rendimientos del algodón en el Ecuador son bajos, una de las causas es la falta de material genético y de tecnologías de producción. Por esta razón, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador introdujo desde Brasil la variedad BRS-336. En este experimento de campo se probó el rendimiento de esta nueva variedad bajo manejo agronómico local. Los factores evaluados fueron la densidad de plantas (62 500 y 50 000 plantas ha⁻¹), variedades de algodón (DP-Acala 90 y BRS-336) y programas de manejo de cultivos (tecnología INIAP y tecnología convencional), dispuestos en un Diseño de Parcela Subdividida, con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: incidencia de artrópodos plaga y presencia de enemigos naturales, incidencia de enfermedades, porcentaje de germinación, altura de planta y longitud de los entrenudos (cm), número de ramas productivas por planta, días para la apertura de la primera flor y bellota, número de bellotas por planta, peso y rendimiento del algodón en rama (kg ha⁻¹). La variedad introducida BRS-336, se comportó de manera similar en aspectos agronómicos y de productividad, a la variedad local DP-Acala 90. La utilización del programa de manejo de cultivos con la tecnología del INIAP fue determinante para aumentar el rendimiento.

Palabras claves: adaptabilidad, densidad de siembra, manejo de cultivos, regulación del crecimiento.

Response of cotton variety BRS-336 to a cotton a management scheme under the conditions of Manabí-Ecuador

Abstract

Cotton yields in Ecuador are low, one of the causes is the lack of genetic material and production technology, for this reason the National Institute of Agriculture Research of Ecuador introduced from Brazil the variety BRS-336. In this field experiment it was tested the performance of this new variety under local agronomic management. Factors evaluated were seedling rate (62 500 and 50 000 plants ha⁻¹), cotton varieties (DP-Acala 90 and BRS-336) and crop management programs (INIAP technology and conventional technology), deployed in a Split-Split Plot Design, with four blocks. Variables evaluated were: occurrence of pests and natural enemies, incidence of diseases, percentage of germination, plant height, length of internodes (cm), number of productive branches/plant, days to the opening of the first flower and the first cotton boll, number of bolls per plant and cotton yield in branch (kg ha⁻¹). The variety BRS-336, behaved in a very similar way in agronomic and productivity aspects, to the local variety DP-Acala 90. Use of the INIAP technology crop management program was determinant for yield increasing.

Keywords: adaptability, crop management, density, growth regulation.

Recibido: 2 de junio de 2021

Aceptado: 14 de septiembre de 2021

¹ Estudiante de Maestría en Producción Agrícola Sostenible. Universidad Técnica de Manabí (UTM). Técnico Investigador de la FAO (Food and Agriculture Organization) -Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, adolfo.soteloproano@fao.org <https://orcid.org/0000-0002-1329-4517>

² Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Portoviejo ernesto.canarte@iniap.gob.ec <https://orcid.org/0000-0002-8615-2317>

³ Investigador- Docente de la Universidad Técnica de Manabí (UTM). fezambrano@utm.edu.ec , <https://orcid.org/0000-0003-0004-9122>

⁴ Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Portoviejo jose.navarrete@iniap.gob.ec, <https://orcid.org/0000-0001-9200-7119>

⁵ Técnico Investigador de la FAO (Food and Agriculture Organization) -Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura david.suarezduque@fao.org <https://orcid.org/0000-0003-0999-303X>

Autor de correspondencia *

I. INTRODUCCIÓN

El algodón (*Gossypium hirsutum L.*), es una planta de cultivo multipropósito, de alto valor comercial y sembrada en más de 100 países, siendo los de mayor superficie China, India, Estados Unidos, Pakistán, Brasil y Uzbekistán, que aportan con el 80% de la producción mundial; es una excelente fuente de fibra natural y se usa ampliamente como materia prima para diversas aplicaciones industriales (FAO y ICAC, 2015). Según Li *et al.* (2009) citado por Zhao *et al.* (2019), la semilla de algodón proporciona la fuente potencial más grande de proteína vegetal y producción de aceite en el mundo, con un contenido de proteínas del 40-50% del peso seco de la semilla y 30 a 40% de contenido de aceite. Para América Latina y el Caribe tiene una importante relevancia social, ya que, más del 80% de las unidades productivas de algodón se tipifican como agricultura familiar (FAO, 2018).

El rendimiento y calidad de fibra del algodón, está influenciada por diversos factores bióticos y abióticos, que pueden afectar negativamente el crecimiento y rendimiento de la planta, ocasionando pérdidas económicas al productor (Prem Kumar *et al.*, 2016).

En Ecuador, el algodón ha sido tradicionalmente cultivado en la región Litoral, siendo las décadas de los setenta a los noventa, las de mayor desarrollo del cultivo, convirtiéndose en un importante rubro generador de empleos e ingreso de divisas. Sin embargo, por la caída de la demanda internacional de fibra de algodón, el país pasó de cultivar 36.000 ha en 1974 a < 1000 ha en 2018 (FAO, 2018). En el último reporte realizado por el Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA), en 2019, en Guayas se registraron 62.55 ha de algodón, y en Manabí 135.7 ha (SIPA, 2019).

Esta fibra se cultiva en zonas tropicales y subtropicales del mundo, en altitudes desde los 0 hasta 1200 msnm; obteniéndose los mejores rendimientos con 600 mm de precipitación, 28 °C y 650 horas de luz durante su ciclo (CONABIO, 2005; Román, 2012). La producción algodонера en Ecuador es de fibra media, con un rendimiento promedio 1.940 Kg ha⁻¹ de algodón rama (SICA, 2010; SIPA, 2019).

En la actualidad, se busca una producción

de algodón sostenible, basada en la adopción de las mejores prácticas en la gestión y mejora de la eficiencia en el uso de agua, fertilizantes, pesticidas, la reducción de la huella de carbono, resistencia al cambio climático y entre otras prácticas agronómicas, la correcta aplicación de reguladores del crecimiento de plantas (Noreen *et al.*, 2020) y establecer programas de fertilización para que así el cultivo de algodón disponga de suficientes macro y micro nutrientes esenciales para un buen desarrollo y rendimiento del cultivo (Ahmed *et al.*, 2020).

Según Zhao *et al.* (2019), el rendimiento de la fibra y la calidad de semilla, se determinan en la etapa de floración y formación de cápsulas, estas características están influenciados por la genética, condiciones ambientales y manejo del cultivo; siendo la densidad de plantas y la aplicación de cloruro de mepiquat (CM), estrategias más determinantes, que alteran el equilibrio y regulan el crecimiento del algodón. Al respecto, se menciona que una alta densidad de plantas podría aumentar la competencia por la luz y los nutrientes (Mao *et al.*, 2014) y así conducir a un crecimiento vegetativo excesivo y sombreado mutuo. Ren *et al.* (2013), afirman que la alta densidad de la planta disminuyó el rendimiento de la fibra, el peso de la cápsula y número de cápsulas por planta, debido al bajo porcentaje de fijación de cápsulas en la planta. La densidad óptima de la planta, aumentó el rendimiento de fibra al incrementarse el número de cápsulas por área. Con respecto a las interacciones entre la densidad de plantas y la aplicación de CM, la mayoría de los estudios se centraron en la arquitectura de la planta de algodón, el rendimiento del algodón y la calidad de la fibra (Zhao *et al.*, 2019).

La falta de semilla certificada de buena calidad ha sido uno de los factores más importantes que ha influido en los bajos rendimientos obtenidos por los algodoneeros ecuatorianos, por esta razón el INIAP introdujo el algodón brasileño EMBRAPA variedad BRS-336 que tiene las siguientes características: fibra media-larga, altura de 1,15 a 1,25 m con regulación de crecimiento y cosecha a los 170 - 180 días con un rendimiento promedio de 3851 kg ha⁻¹ de algodón en rama. Este material reporta resistencia a importantes enfermedades

del algodón, así como a nematodos (Morello *et al.*, 2011). Esta variedad introducida se comparó con la variedad adaptada DP-Acala 90, la cual presenta en condiciones de manejo adecuadas, una altura de 1.19 m, baja incidencia de plagas de insectos, tiempo de cosecha entre 141 y 169 días después de la siembra y un rendimiento potencial de 3 028 kg ha⁻¹ (Cañarte *et al.*, 2020). Este material presenta fibra de longitud media y buen comportamiento frente a enfermedades como *Fusarium* spp. y *Ramularia* spp. (COTTON GEN, 2010, Lima *et al.*, 2010, Texas A&M AgriLife Research, 2010).

Con estos antecedentes, se planteó esta investigación que tuvo como objetivo determinar la capacidad adaptativa de la variedad de algodón BRS-336, introducida por INIAP desde EMBRAPA-Brasil en 2018 y su respuesta a un programa de tecnología, adaptado a las condiciones de producción del Litoral ecuatoriano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se la realizó durante el periodo febrero a septiembre de 2019, en la Estación Experimental Portoviejo del INIAP-Ecuador, ubicada en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana-Manabí (01°09'51"S, 80°23'24"W, 60 m.s.n.m.) y (26.4 °C, 81% de HR, 851.57 mm) con topografía plana y suelo franco-arcilloso.

Descripción del experimento

Se evaluaron dos poblaciones de siembra (62500 y 50000 plantas ha⁻¹), dos programas de manejo (tecnología INIAP y tecnología convencional) y dos variedades comerciales de algodón (BRS-336 introducida de EMBRAPA y DP-Acala 90 cultivada localmente).

La combinación de los factores dio como resultado la obtención de ocho tratamientos: 1. 62500 pl ha⁻¹ con tecnología INIAP y la variedad BRS-336; 2. 62500 pl ha⁻¹ con tecnología convencional y variedad BRS-336; 3. 62500 pl ha⁻¹ con tecnología INIAP y la variedad DP-Acala 90; 4. 62500 pl ha⁻¹ con tecnología convencional y variedad DP-Acala 90; 5. 50000 pl ha⁻¹ con tecnología INIAP y la variedad BRS-336; 6. 50000 pl ha⁻¹ con tecnología convencional y variedad BRS-336; 7. 50000 pl ha⁻¹ con tecnología INIAP y la variedad DP-Acala 90; 8. 50000 pl ha⁻¹ con

tecnología convencional y variedad DP-Acala 90. Los factores en estudio se distribuyeron en el siguiente esquema: parcela principal (densidad), sub-parcela (programa) y sub-sub-parcela (variedad). Las unidades de observación fueron parcelas experimentales de 28.8 y 30 m², respectivamente, donde se registraron las variables en estudio, a partir de los siete días después de la siembra (dds).

El programa con tecnología INIAP, consistió en la aplicación de estrategias como: selección de semilla, tratamiento de semilla con thiodicarb + imidacloprid (25mL/kg de semilla); uso de herbicidas en pre-emergencia (pendimentalina 4 L ha⁻¹) y post-emergencia (Verdict 0.6 L ha⁻¹) + una deshierba manual; aplicación de insecticida en "drench" (thiametoxam 400 mL ha⁻¹); fertilización basado en análisis de suelo, a los 15 días después de la siembra (dds) Urea (191 kg ha⁻¹) y a los 45 dds (mezcla de 37 kg ha⁻¹ de Urea+YaraMilla 162 kg ha⁻¹); aplicación de moléculas plaguicidas específicas para el control de plagas (lanmbda cihalotrina+thiametoxam, Neem, abamectina, cypermethrin+clicoxanone, *Bacillus thuringiensis*); aplicación del regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat, a los 40 (200 mL ha⁻¹), 60 (600 mL ha⁻¹) y 70 dds (800 mL ha⁻¹), realizando un gasto de agua de 400 L ha⁻¹, utilizando una aspersora de mochila motorizada.

El programa con tecnología convencional consistió en tratamiento a la semilla con thiodicarb + imidacloprid (25 mL/kg de semilla); uso de herbicida no selectivo de contacto (paraquat) + cuatro deshierbas manuales; no se aplicó "drench"; la fertilización se efectuó con urea (280 kg ha⁻¹ a los 15 y 45 dds), las aplicaciones de plaguicidas fueron calendarizadas con sustancias de amplio espectro y no se utilizó regulador de crecimiento.

Se realizó la preparación mecanizada del terreno. El material genético de siembra, que se probó fue la variedad de algodón BRS-336 introducida por INIAP-Ecuador desde EMBRAPA-Brasil en noviembre de 2018, que presenta las siguientes características: fibra de longitud media-larga, porte de 1.15 a 1.25 m de altura, utilizando reguladores de crecimiento. En altitudes próximas a los 700 m.s.n.m., el surgimiento de la primera flor ocurre de 60 a 65 días después de la

emergencia (dde) de las plantas y la apertura de la primera bellota se produce entre 110 y 120 dde. La cosecha se la realiza a partir de los 170 a 180 dde. Se reporta un rendimiento de 3851 kg ha⁻¹ de algodón en rama. Este material reporta resistencia a importantes enfermedades del algodón, así como a nematodos (Morello *et al.*, 2011). Mientras que el material control correspondió a la variedad comercial DP-Acala 90, ampliamente adaptada a las condiciones locales, cuya semilla se obtuvo artesanalmente en el área experimental de algodón del INIAP en la campaña 2018.

La siembra se realizó manualmente colocando tres semillas por sitio, dejando al raleo una planta a los 15 dds, obteniendo según el tratamiento las 62500 y 50000 pl ha⁻¹. Se efectuaron dos riegos complementarios durante el desarrollo del experimento, que representó al cultivo aproximadamente 100 mm de agua.

La cosecha se realizó con el 50% de capullos maduros y secos. Se efectuaron dos pases de cosecha hasta los 180 dds. Inmediatamente de la cosecha, el rastrojo fue retirado y quemado en un área fuera del cultivo, lo cual busca destruir los sitios de cría o sobrevivencias de las plagas típicas del algodónero, entre ellas la polilla.

Levantamiento de la información

Se realizaron evaluaciones semanales y quincenales de las variables fitosanitarias, agronómicas y productivas con la siguiente metodología:

A los 7 y 15 dds, se registró en el área útil de cada parcela, el porcentaje de daño de insectos trozadores de los géneros *Agrotis* sp. y *Spodoptera* sp. Para el resto de los artrópodos, se utilizó el método de muestreo absoluto por planta, etiquetando aleatoriamente en cada parcela útil, cinco plantas, en las cuales se realizó el registro de artrópodos-plaga en tallo, hojas, flores y frutos, además de la fauna benéfica.

A los 6 y 8 dds, se registró el porcentaje de germinación en cada parcela útil. La altura de planta se evaluó previo a la aplicación de regulador de crecimiento (43, 57, 68 y 122 dds), en cinco plantas marcadas en cada parcela útil, se determinó la altura (m), desde el cuello hasta el ápice de la planta, utilizando una regla graduada.

A los 122 dds se determinó la longitud (cm) de los cinco entrenudos terminales en las cinco plantas marcadas.

Se registró la fecha de aparición de la primera flor abierta en la parcela útil. Un día antes de la cosecha, se contó el número de ramas productivas en las cinco plantas marcadas, considerándose rama productiva a la que poseía al menos un capullo maduro abierto, apto para la cosecha. Paralelamente, se contabilizó también el número de bellotas presentes en las cinco plantas marcadas en cada parcela. Una vez concluida la cosecha se acumuló la producción y se determinó el peso de algodón en rama en kg parcela⁻¹, que luego se transformó en rendimiento en kg ha⁻¹.

Los datos de escalas de daño resultantes de las evaluaciones que se registraron del muestreo absoluto por planta de los artrópodos plaga, fueron transformadas a porcentaje de daño con la fórmula de Townsend y Heuberger (1943):

$$P = \frac{\sum(n \times v)}{i N} \times 100$$

Siendo:

P= Severidad (%)

n= número de plantas de cada categoría

v= valor numérico de cada categoría

i = valor más alto de la categoría

N= número total de plantas

Análisis estadístico

Las variables de respuestas fueron sometidas a un análisis de varianza utilizando un Diseño de Parcelas Subdivididas (DPSd) 2x2x2, con cuatro repeticiones. Antes de analizar los datos, se comprobó el supuesto de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y de homogeneidad de varianzas con la prueba de Bartlett. En aquellas variables que tuvieron normalidad, se realizó comparaciones de medias, empleando la prueba de Fisher ($p \leq 0.05$), en aquellas variables que no hubo normalidad, se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman ($p \leq 0.05$). Para el análisis se empleó el Software estadístico R Studio versión 3.6 (Gentleman y Ihaka, 2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Incidencia de gusanos trozadores: Cuando

se analizó los resultados del porcentaje de plantas trozadas por acción de insectos de los géneros *Agrotis* y *Spodoptera* a los 6 y 8 dds, no se determinó significación estadística ($p > 0,05$) en ninguno de los factores e interacciones en estudio. Esto se debió posiblemente, a que toda la semilla recibió el mismo tratamiento con thiodicarb+imidacloprid previo a la siembra. Algo que, si fue observado, es el incremento notable de plantas trozadas de los 6 a los 8 dds en todos los factores en estudio. No obstante, la variedad introducida BRS-336, presentó siempre en las dos fechas de evaluación una menor afectación de plantas trozadas con valores de 0.98% (6 dds) a 5.38% (8 dds), en comparación con la variedad DP-Acala 90 que registró 3.11% a los 6 dds incrementándose a 12.44% a los 8 dds. Al respecto, en algunos trabajos se manifiesta que varias son las plagas que ocasionan daños al cultivo de algodón desde la etapa de plántula, entre ellos, los trozadores *Agrotis* spp., *Spodoptera exigua* (ICAR, 2010), que son manejados con tratamiento a la semilla, aplicaciones tempranas de plaguicidas, así como la acción de enemigos naturales (Rajendran *et al.*, 2018).

Incidencia de artrópodos-plaga: Fue registrada la incidencia de una diversidad de artrópodos-plaga como hormigas *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae), mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), trips *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae), pulga saltona *Epitrix* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae), mariquitas defoliadoras *Diabrotica* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae); pulgón *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), chicharritas *Sibovia* spp. (Hemiptera: Cicadellidae), chinche de encaje *Gargaphia* sp. (Hemiptera: Tingidae); minador del algodón *Bucculatrix thurberiella* (Lepidoptera: Lyonetiidae), picudo del algodón *Anthonomus vestitus* (Coleoptera: Curculionidae), chinche manchador de la fibra *Dysdercus* sp. (Hemiptera: Pyrrhocoridae); arañita roja *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae) y gusano defoliador del algodón *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae).

En la Tabla 1, se presentan los valores acumulados de tres evaluaciones, de poblaciones de artrópodos-plaga, donde la prueba de Friedman

($p \leq 0.05$), encontró significación estadística. Para las poblaciones de trips *Frankliniella* spp, se observó diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en el factor densidad, presentándose las menores poblaciones de trips en la densidad de 62500 pl ha⁻¹, mientras que para los factores programa de manejo, variedad y sus interacciones, la prueba de Friedman ($p \leq 0.05$), no registró diferencias significativas. Las poblaciones del pulgón *A. gossypii* presentaron diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$), en el factor variedad, reportándose una menor población acumulada de individuos en la variedad introducida BRS-336 (Tabla 1), no ocurriendo lo mismo para los factores densidad, programa de manejo y sus interacciones. Las poblacionales de chicharritas *Sibovia* spp. presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), para el factor programa de manejo, observándose con la tecnología INIAP, una menor incidencia de esta plaga (Tabla 1). En los factores densidad, variedad y sus interacciones, no se encontraron diferencias significativas.

Cuando se analizó con la prueba de Friedman ($p \leq 0.05$), la severidad (%) de minador del algodón *B. thurberiella* se encontró diferencias significativas para los factores programa de manejo ($p \leq 0.05$) y variedad ($p \leq 0.05$), observándose con la tecnología INIAP una menor severidad (%) de esta plaga, mientras que fue la variedad DP-Acala 90, aquella que se destacó por su menor severidad (Tabla 1). No se encontró diferencias significativas para el factor densidad poblacional y las interacciones en estudio. Es importante mencionar que no hubo respuesta significativa a los factores en estudio, sobre las poblaciones de las otras especies de artrópodos-plaga reportadas en esta investigación. Al respecto de las plagas, Omer *et al.* (2020), mencionan que, en altas poblaciones, especies como *Frankliniella* spp. *B. tabaci*, *Empoasca* sp., *Dysdercus* spp. y una diversidad de lepidópteros, reportados también en nuestra investigación, pueden llegar a disminuir la producción y rentabilidad del cultivo de algodón, reportándose en algunos estudios, pérdidas del 40-50% en la cosecha. En experimentos realizados por Sodiya *et al.* (2010), citado por Omer *et al.* (2020), la variación de la densidad poblacional, factor estudiado en nuestra investigación, puede alterar el

comportamiento de los insectos-plaga, reduciendo los sitios de posturas de huevos, lo que permite un mejor crecimiento de las plantas y menor riesgo de brotes de enfermedades. Al respecto, se conoce que el cultivo de algodón en hileras estrechas o en hileras ultra estrechas, es utilizado para la evasión de insectos y enfermedades dañinas.

La literatura cita, que poblaciones de *B. tabaci* y *Empoasca* spp. se han registrado en mayor número, cuando la separación entre plantas disminuye (23 cm), mientras que en espaciamiento más amplios (30 cm), las poblaciones disminuyen. Según Ahmed *et al.* (2020), esta disminución de las poblaciones de insectos-plaga en bajas

densidades de plantas, se debe a una adecuada aireación entre las plantas, que disminuye la infestación de estos insectos, así como también favorece al crecimiento vigoroso de la planta que facilita fuertes mecanismos de resistencia para tolerar, escapar o prevenir el ataque de plagas. Estos resultados son discordantes con aquellos reportados en nuestra investigación, ya que, para el caso de *Frankliniella* spp. contrariamente, las poblaciones disminuyeron al incrementarse la densidad de plantas, mientras que el restante de especies de artrópodos registrados en este estudio no llegó incluso a mostrar significación estadística.

Tabla 1: Resultado de la población acumulada y porcentaje de severidad de los artrópodos-plaga entre los factores en estudio.

Factores en estudio	Población acumulada de artrópodos plaga			Severidad (%)
	<i>Frankliniella spp.</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Sibovia spp.</i>	<i>Bucculatrix thurberiella</i>
Densidad				
1 (62500)	151.26 b	21.56	3.94	3.75
2 (50000)	171.06a	19.81	4.38	4.38
<i>P</i>	0.045 *	ns	ns	ns
Programa de manejo de cultivo				
1 (Tecnología INIAP)	173.88	24.44	3.06 b	2.50 b
2 (Tecnología convencional)	148.81	16.94	5.25 a	5.62 a
<i>P</i>	ns	ns	0.045 *	0.05 *
Variedad				
1 (BRS-336)	157.50	15.31 b	4.50	5.93 a
2 (DP-Acala 90)	165.19	26.06 a	3.81	2.18 b
<i>P</i>	ns	0.045 *	ns	0.05 *
CV	11.10	28.00	128.10	93.48

Valores con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Presencia de artrópodos-benéficos: Se registró la ocurrencia de una diversidad de importantes artrópodos-benéficos en el cultivo de algodón: arañas, mosca verde *Condylostylus* sp. (Diptera: Dolichopodidae), chinche *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae), trips *Franklinothrips vespiformis* (thysanoptera: Aeolothripidae), mariquitas *Cheilomenes* sp., *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), *Zelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae) y *Chrysoperla* sp. (Neuroptera: Chrysopidae). Se destaca una mayor ocurrencia de varias especies de arañas depredadoras, sin embargo, ninguna de las

especies evaluadas reportó diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) entre los factores densidad poblacional, programa de manejo, variedad e interacciones. Es posible destacar que, pese a su reciente introducción, la variedad BRS-336 comparte la misma fauna benéfica de la variedad adaptada DP-Acala 90. Nuestros resultados son coherentes con aquellos de por Ahmad *et al.* (2020), quienes en trabajos similares, mencionan que el cultivo de algodón alberga una diversa comunidad de enemigos naturales, que desempeñan un papel fundamental como controladores biológicos de plagas en el algodónero.

Por otro lado, Ahmad *et al.* (2020), citan que en los últimos años, los enemigos naturales, han sido muy afectados por el uso indiscriminado de plaguicidas en el cultivo de algodón; los programas de MIP han jugado un rol valioso en la reducción del uso de plaguicidas, además, de la adaptación de tácticas de manejo adecuadas, que fue objetivo de nuestra investigación. Estos organismos precisan de prácticas de conservados enmarcadas en los programas MIP, que fomente el incremento de sus poblaciones y de ser necesario su cría y liberación. En este sentido Sithanantham *et al.* (2005), citados por Ahmed *et al.* (2020), reportan que China trabaja en varios proyectos de cría y liberación en masa de enemigos naturales para el control de gusano bellotero y gusano rosado en algodón. India estudia como el aumentar en campos de algodón, la densidad poblacional de controladores biológicos, principalmente *Trichogramma* spp. y *C. carnea*. Estos mismos autores señalan que la resistencia a insecticidas en pulgón se superó con éxito en algodón, a través, de los enemigos naturales, que permitió reducir las aplicaciones para control de gusano bellotero y rosado del algodnero.

Enfermedades. En esta investigación fue registrada, la presencia de enfermedades foliares

provocadas por los hongos de los géneros *Ramularia* sp. y *Alternaria* sp. Mientras que a nivel de bellotas se determinaron los hongos *Lasioidiplodia* sp., *Fusarium* spp. y *Colletotrichum* spp. En la Tabla 2, se presentan los valores promedios del porcentaje de plantas con manchas foliares, bellotas sanas y bellotas enfermas, analizados con la prueba de Friedman ($p \leq 0.05$). Para las enfermedades foliares el análisis determinó diferencias estadísticas significativas en el factor densidad ($p \leq 0.05$) y programa de manejo ($p \leq 0.05$), presentándose significativamente, menor incidencia de estas enfermedades con 50000 pl ha⁻¹ y con la tecnología INIAP, respectivamente. No hubo respuesta significativa para el factor variedad, ni para las interacciones. Para las enfermedades que afectan a la bellota, sólo se observó diferencias estadísticas significativas en el factor variedad, tanto para las variables bellotas sanas ($p \leq 0.05$) y bellotas enfermas ($p \leq 0.05$), sobresaliendo estadísticamente la variedad BRS-336 de reciente introducción, al presentar menor promedio de bellotas enfermas, que repercutió significativamente en un mayor porcentaje de bellotas sanas (Tabla 2). No hubo respuesta significativa para los factores densidad poblacional y programa de manejo, además, de las interacciones en estudio.

Tabla 2: Valores promedio del porcentaje de manchas foliares, bellotas sanas y bellotas enfermas a los 110 dds observado entre los factores en estudio.

Factores en estudio	Enfermedades registradas		
	Manchas foliares	Bellotas sanas	Bellotas enfermas
Densidad			
1 (62500)	21.88 a	67.25	32.75
2 (50000)	16.56 b	69.04	30.96
<i>P</i>	0.01*	ns	ns
Programa de manejo de cultivo			
1 (Tecnología INIAP)	12.19 b	67.97	32.03
2 (Tecnología convencional)	26.25 a	68.32	31.68
<i>P</i>	0.01*	ns	ns
Variedad			
1 (BRS-336)	21.88	76.46 a	23.54 b
2 (DP-Acala 90)	16.56	59.83 b	40.17 a
<i>P</i>	ns	0.01*	0.01*
CV	34.7	26.1	55.9

dds = días después de la siembra
Valores con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Numerosas enfermedades han sido reportadas en el cultivo de algodón, entre ellas la mancha foliar, pudrición de la cápsula, enfermedad del enrollamiento de la hoja, tizón bacteriano provocado por *Xanthomonas campestris* pv. malvacearum, siendo esta última, la enfermedad bacteriana más significativa del algodón, convirtiéndose en ocasiones, en limitantes para la producción de fibra de buena calidad de algodón (Chohan *et al.*, 2020). Al respecto de la variedad BRS-336, Morello *et al.* (2012), la reporta como un material resistente a algunas enfermedades como tizón bacteriano causado por *Xanthomonas citri* subsp. malvacearum, moderadamente susceptible al moho falso causada por *Colletotrichum gossypii* var. cephalosporioides y susceptible a *Fusarium oxysporum* f. sp. vasinfectum y al complejo de *Meloidogyne incognita*. Es posible que estas características de la variedad BRS-336, hayan influenciado en la menor incidencia de enfermedades presentadas por este material en nuestro estudio.

Variables agronómicas y productivas

No hubo respuesta significativa ($p \leq 0,05$) de la germinación del algodón a ninguno de los tres factores en estudio. Sin embargo, se observó que la variedad BRS-336 alcanzó una mayor germinación en las dos fechas de evaluación, en comparación con la variedad DP-Acala 90. Es posible que la ausencia de linter de la semilla del BRS-336, haya favorecido a su mayor germinación, a diferencia de la variedad DP-Acala 90 que presenta linter. Estos resultados serían coincidentes con aquellos de Rivero y López-Medina (2016), quienes demostraron que la reducción del vigor y del poder germinativo de *G. hirsutum* se debe a la presencia de linter, el cual afecta la calidad biológica de las semillas, que debe ser precautelada para mantener la energía germinativa, que en el caso del algodón, es definida como de buen comportamiento (Aristizábal y Alvarez, 2006). También se

determinó en nuestro estudio, que la germinación no se incrementó significativamente entre los 6 a 8 dds.

Cuando se analizó los valores promedios de la altura de planta (m) a los 122 dds, el ADEVA, sólo estableció diferencias estadísticas significativas para el factor programa de manejo ($p \leq 0,05$), sobresaliendo según la prueba de Fisher ($p \leq 0,05$), el tratamiento con tecnología INIAP, al presentar una menor altura de planta, que representó una reducción del 34% de la altura de planta con relación al tratamiento con tecnología convencional (Figura 1). No hubo diferencias significación para los factores densidad, variedad y sus respectivas interacciones. La variedad BRS-336 de reciente introducción al Ecuador, presentó un promedio de altura similar a la variedad DP-Acala 90, con varios años de registro en el país (Figura 1).

La reducción del 34% de la altura de planta de algodón, experimentada en nuestro estudio con el tratamiento tecnología INIAP, en relación a la tecnología convencional, es directamente atribuida a el efecto del regulador de crecimiento Cloruro de Mepiquat (CM), aplicado en estas parcelas en tres momentos del cultivo, ya que como menciona Ren *et al.* (2013), esta sustancia es un retardador del crecimiento usado en algodón, que controla el excesivo crecimiento vegetativo y promueve el rendimiento y la calidad del algodón, al ser aplicados oportunamente en las etapas vegetativa, floración y formación de cápsulas, lo cual se cumplió en nuestra investigación. Otros autores mencionan un efecto significativo de la densidad de plantas y la aplicación de regulador de crecimiento, sobre la altura de las plantas, maximizando el rendimiento y calidad de fibra (Fu *et al.*, 2015; Chen *et al.*, 2018; Zhao *et al.*, 2019), no obstante, esto no sucedió en nuestra investigación, ya que como fue descrito anteriormente, no hubo respuesta de la planta a las densidades estudiadas, así como tampoco a su interacción con la aplicación de regulador de crecimiento.

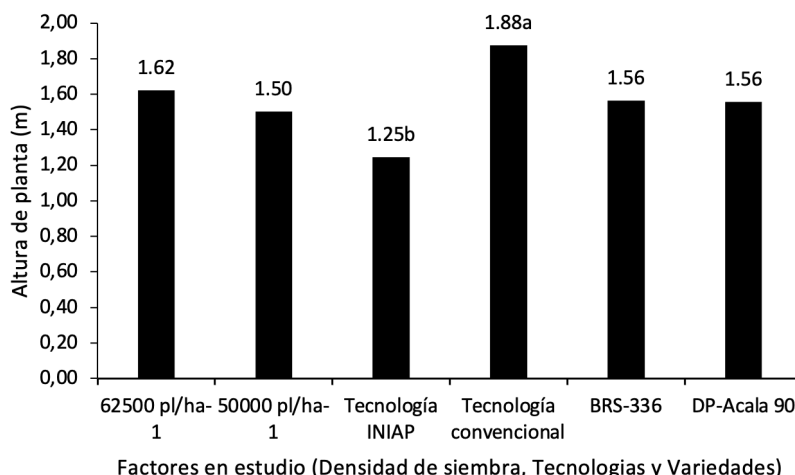


Figura 1. Valores promedio de altura de plantas (m) registrado entre los factores de estudio a los 122 dds. Los tratamientos con la misma letra no son diferentes según el test de Fisher ($p \leq 0.05$).

Según el ADEVA, hubo respuesta estadística significativa de la longitud de entrenudos (cm) al factor programa de manejo a los 122 dds ($p \leq 0.05$). Según la prueba de Fisher ($p \leq 0.05$), la tecnología INIAP, se diferenció de la tecnología convencional al presentar una menor longitud promedio de entrenudos. Mientras que para los factores densidad, variedad y sus respectivas interacciones, no se encontraron diferencias de significación (Figura 2).

Al igual que en la altura de planta, las aplicaciones de Cloruro de Mepiquat contempladas en el tratamiento tecnología INIAP, provocaron el acortamiento significativo de entrenudos de estas plantas, debido a una inhibición del alargamiento celular. Estos resultados son corroborados por

Roberts y Srivastava, (2003), quienes en varios trabajos citan que el Cloruro de Mepiquat, inhibe la biosíntesis del ácido giberélico (GA) para disminuir el alargamiento celular. Esto da como resultado una inhibición en la altura de planta, diámetro del tallo, menor área de la hoja de algodón y entrenudos más cortos (Wang *et al.*, 2014). Adicionalmente, las plantas tratadas con regulador presentaron en nuestro estudio, un aspecto compacto y precocidad en la madurez de la bellota. Así mismo, Siebert y Stewart, (2006), Wang *et al.*, (2014), explican también, que el CM, inhibió el crecimiento celular de los entrenudos, reduciendo los GA bioactivos que conducen a una disminución de la expresión de GhEXP y GhXTH2.

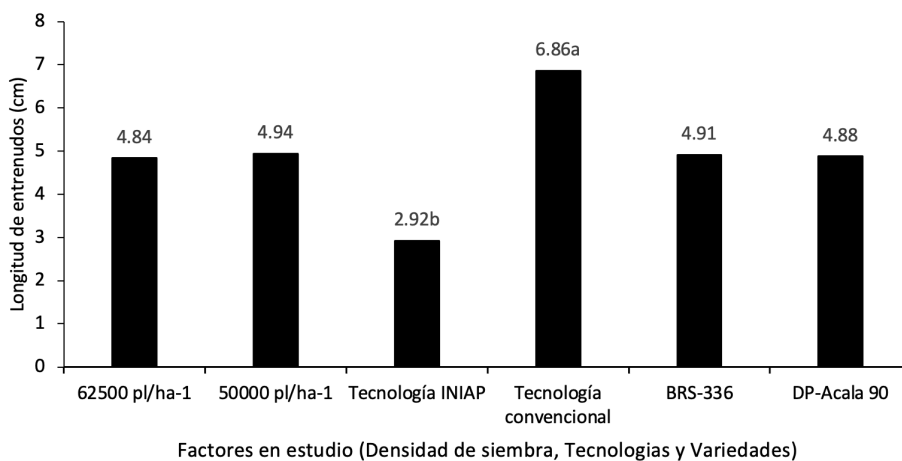


Figura 2. Valores promedios de las variables longitud de entrenudos (cm) registrada entre los factores en estudio (122 dds). Los tratamientos con la misma letra no son diferentes según el test de Fisher ($p \leq 0.05$).

Cuando se analizó los valores promedios de los días transcurridos a la apertura de la primera flor, el ADEVA, no estableció diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$), para ninguno de los tres factores en estudio y sus interacciones. No obstante, cabe destacar que la variedad introducida BRS-336, registró la primera flor a los 53.13 días, tiempo muy similar a la variedad muy adaptada DP-Acala 90 (53.31 días). Estos resultados, son similares a aquellos encontrados por Sierra et al. (2010), quienes, al estudiar varias densidades de siembra, no encontraron diferencias significativas en la floración, registrando la emisión de flores, en un promedio en 54 dds.

En referencia a los días transcurridos para la aparición de la primera bellota, el ADEVA, sólo mostró una respuesta estadística significativa ($p \leq 0,05$) al factor densidad de plantas, diferenciándose según la prueba de Fisher ($p \leq 0,05$), la densidad de 50000 pl ha⁻¹, al presentar la primera bellota en un menor tiempo. Los factores programa de manejo, variedad e interacciones, no mostraron diferencias significativas. Resulta interesante, que no obstante la variedad BRS-336, sea de reciente introducción, presentó en promedio

tiempos similares a la aparición de la primera bellota en comparación con la variedad DP-Acala 90 (Figura 3).

La precocidad en el inicio de formación de bellota, observada con la menor densidad probada en esta investigación (50000 pl ha⁻¹), sugieren un efecto de la población de plantas, sobre la formación de la bellota, favorecido muy posiblemente, por una mayor eficiencia en la captación de luz por parte de estas plantas cultivadas a mayor distanciamiento. Al respecto de la fenología del algodón, Navarro et al. (2009), describen que la aparición del primer botón floral se da 33 dds y aproximadamente 20 días después, abre la primera flor, marcando el inicio de la floración entre los 50 y 55 dds, lo cual es coherente con los encontrado en nuestra investigación. Mientras que la fase de formación de bellotas comienza desde la polinización de las flores, cuando éstas se abren en horas de la mañana, cambiando su color de amarillo-crema a rosado y finalmente rojo, una vez fecundadas. Dos o tres días después, se marchitan y se caen, quedando expuesta la bellota hasta la maduración, que se alcanza 20 a 25 días después, esto es 70 a 80 dds, muy diferente a los 45 días que se alcanzó en nuestro estudio.

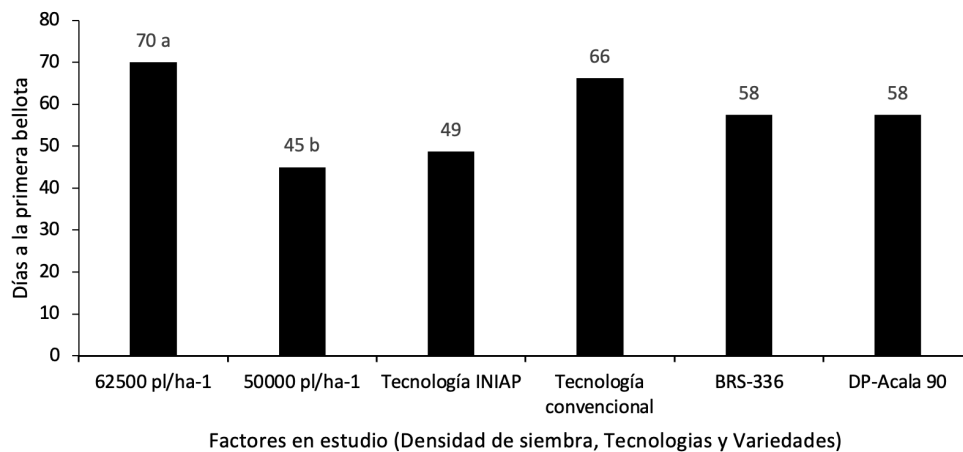


Figura 3. Valores promedios de la variable días a la primera bellota entre los factores en estudio. Los tratamientos con la misma letra no son diferentes según el test de Fisher ($p > 0,05$).

El ADEVA, determinó respuesta estadística significativa del número promedio de bellotas/planta, para los factores densidad de plantas ($p \leq 0,05$) y programa de manejo ($p \leq 0,05$). La densidad de 50000 pl ha⁻¹, así como el tratamiento con tecnología INIAP, se diferenciaron según la

prueba de Fisher ($p \leq 0,05$), con el mayor número de bellotas/planta (Tabla 3). La reducción del número de bellotas/planta experimentada con la mayor densidad de siembra en este estudio, se debió a una menor fijación de bellotas y pérdidas de estas estructuras productivas en el estrato

inferior de las plantas, con menos capacidad de captación de luz. Estos resultados concuerdan con aquellos de Palomo Gil *et al.* (2001) y Ren *et al.* (2013), quienes manifiestan que la alta densidad de plantas, el número de bellotas/planta tiende a reducirse. Con relación al factor variedad y las

interacciones en estudio, no hubo diferencias estadísticas significativas. No obstante, la variedad introducida BRS-336 presentó un promedio de bellotas/planta, similar estadísticamente a la variedad adaptada DP-Acala 90.

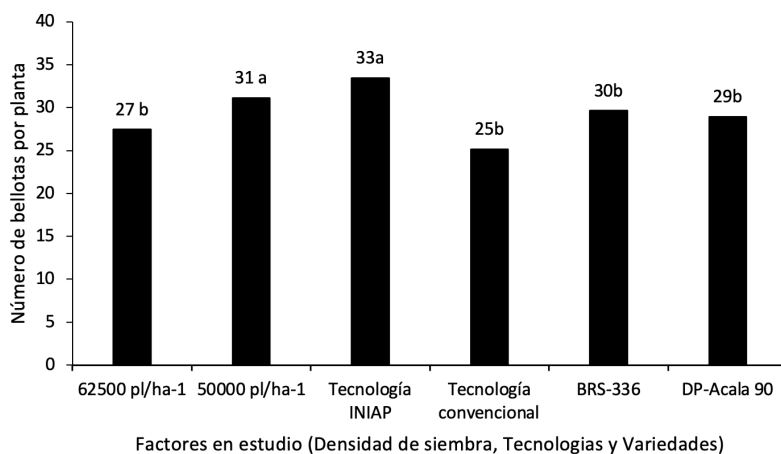


Figura 4. Valores promedio de las variables número de bellotas/planta entre los factores en estudio. Los tratamientos con la misma letra no son diferentes según el test de Fisher ($p \leq 0.05$).

Cuando se analizó el rendimiento de algodón en rama (kg ha^{-1}) entre los factores en estudio, se encontró diferencias estadística significativas ($p \leq 0.05$), para el factor programa, alcanzándose los mejores rendimientos con la tecnología INIAP, que involucró la aplicación de un programa de fertilización y el uso programada de regulador de crecimiento, con lo que se obtuvo en promedio 4508 kg ha^{-1} , muy superior a los 3998 kg ha^{-1} registrados con la tecnología convencional (Figura 5). Esto es coherente con lo manifestado por Zhao *et al.* (2019), quienes manifiestan que prácticas de manejo, entre las que se destaca el uso de regulador de crecimiento, son estrategias determinantes en el rendimiento y calidad de fibra; permitiéndole a la planta reasignar recursos, hacia las estructuras reproductivas, al obtenerse una planta más compacta, de menor altura, con ramas más cortas, que permiten mayor captura de luz, lo cual se ve reflejado en un incremento del rendimiento (Ren *et al.*, 2013; Zhao *et al.*, 2019). No hubo respuesta significativa a los factores densidad, variedad y en las respectivas interacciones.

La falta de respuesta en el rendimiento de algodón,

al factor densidad de siembra, registrado en nuestra investigación, se contradice con aquello reportado por Ramírez Seañez *et al.* (2012), quienes sostienen que, al aumentar la densidad poblacional, se incrementan los órganos vegetativos y fructíferos/planta, repercutiendo en un mejor rendimiento unitarios de algodón. Por otro lado, la variedad introducida BRS-336, presentó rendimientos muy similares a la variedad adaptada DP-Acala 90, lo cual puede ser prometedor, si consideramos que este representa su primer ciclo de prueba en su fase de adaptación. Finalmente, Zhao *et al.* (2019), manifiestan que el rendimiento de la fibra de algodón está influenciado por la genética, las condiciones ambientales y el manejo. Mientras que Kilby *et al.* (2012) y Constable y Bange, (2015), sostienen que los componentes del rendimiento de algodón son principalmente el número de cápsulas por unidad de área, la masa de fibra en cada cápsula, la cantidad de fibra, cantidad semillas y la retención de cápsulas/planta, además del control del crecimiento; elementos que se dieron en el tratamiento con tecnología INIAP, probado en nuestra investigación.

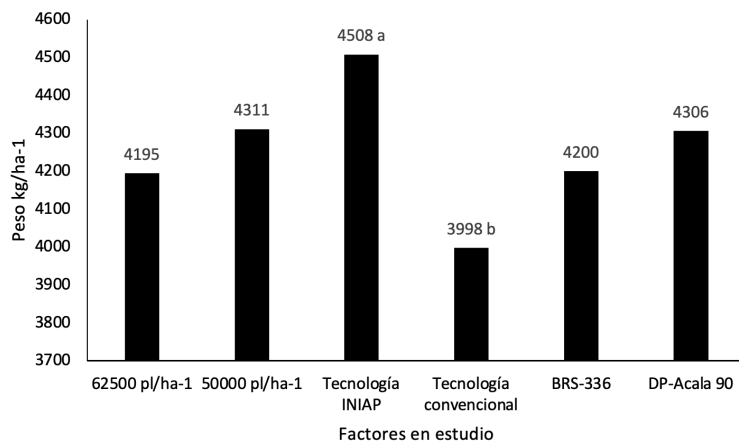


Figura 5. Rendimiento (kg/ha⁻¹) de algodón en rama alcanzado entre los factores en estudio. Los tratamientos con la misma letra no son diferentes según el test de Fisher ($p \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

El comportamiento de la variedad introducida BRS-336 fue similar a la DP-Acala 90 local en aspectos fitosanitarios, agronómicos y de rendimiento, lo que significa cierto nivel de adaptabilidad a las condiciones de bosque seco de la provincia de Manabí. Para ambos materiales, el uso de la tecnología INIAP fue clave para incrementar el rendimiento, siendo el plan de fertilización, manejo fitosanitario, y particularmente el uso de reguladores de crecimiento, muy influyente en los resultados obtenidos con este programa de manejo de cultivos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores dejan constancia de su agradecimiento al proyecto de Cooperación Sur-Sur Trilateral GCP/RLA/199/BRA “Fortalecimiento del Sector Algodonero por medio de la Cooperación Sur-Sur”, también denominado Proyecto +Algodón, firmado entre el gobierno de Brasil, por intermedio de la Agencia Brasileña de Cooperación del Ministerio de Relaciones Exteriores (ABC/MRE), el Instituto Brasileño del Algodón (IBA) y la Oficina Regional de FAO para América Latina y el Caribe (FAO RLC), por su cooperación en el desarrollo de este estudio, que forma parte del proyecto país “Fortalecimiento del Sector Algodonero en Ecuador por medio de la Cooperación Sur-Sur, para fomento de los sistemas de agricultura familiar”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmad, M., Muhammad, W., y Sajjad, A. (2020).

Ecological Management of Cotton Insect Pests. En S. Ahmad y M. Hasanuzzaman (Eds.), *Cotton Production and Uses: Agronomy, Crop Protection, and Postharvest Technologies* (pp. 213–238). https://doi.org/10.1007/978-981-15-1472-2_12

Ahmed, N., Ali, M. A., Danish, S., Chaudhry, U. K., Hussain, S., Hassan, W., Ali, N. (2020). Role of Macronutrients in Cotton Production BT . En S. Ahmad y M. Hasanuzzaman, (Eds.). *Cotton Production and Uses: Agronomy, Crop Protection, and Postharvest Technologies* (pp 81-104). https://doi.org/10.1007/978-981-15-1472-2_6

Aristizábal, M., y Alvarez, L. P. (2006). Efectos del deterioro de la semilla sobre el vigor, crecimiento y producción del maíz, *Agronomía*, 14(1), 17–24.

Cañarte-Bermúdez, E., Sotelo-Proañó, R., Navarrete-Cedeño, B. (2020). Generación de tecnologías para incrementar la productividad del algodón *Gossypium hirsutum* L. en Manabí, Ecuador, *Revista Ciencia UNEMI*, 13 (33), 85-95.

Chen, X., Zhang, M., Wang, M., Tan, G., Zhang, M., Hou, Y. X., ... Li, Z. (2018). The effects of mepiquat chloride on the lateral root initiation of cotton seedlings are associated with auxin and auxin-conjugate homeostasis. *BMC Plant Biology*, 18(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12870-018-1599-4>

Chohan, S., Perveen, R., Abid, M., Tahir, M. N., y Sajid, M. (2020). Cotton Diseases and Their Management.

- En S. Ahmad y M. Hasanuzzaman (Eds.), *Cotton Production and Uses: Agronomy, Crop Protection, and Postharvest Technologies* (pp. 239–270). https://doi.org/10.1007/978-981-15-1472-2_13
- CONABIO. (2005). *Algodón Gossypium hirsutum INFORMACIÓN TAXONÓMICA*. 1–16. Recuperado de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20829_sg7.pdf
- Constable, G. A., y Bange, M. P. (2015). The yield potential of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Field Crops Research*, 182, 98–106. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.07.017>
- COTTON GEN. (2010). Deltapine-90. Recuperado de Mainlab at Washington State University website: <https://www.cottongen.org/stock/Gossypium/hirsutum/TBD/Deltapine-90?pane=alias>
- FAO. (2018). Protocolo para el manejo de unidades técnicas demostrativas de algodón en Ecuador. *Guía técnica, Proyecto Regional +Algodón, Fortalecimiento del sector algodonero por medio de la cooperación Sur-Sur*. 1–16.
- FAO, y ICAC. (2015). Measuring sustainability in cotton farming systems. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i4170e.pdf>
- Fu, W., Su, X., y Qu, Y. (2015). Effects of Planting Density on Seed Yield and Quality in Conventional Cotton Breeding Farm. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 24(2), 79–83. <https://doi.org/10.7606/j.issn.1004-1389.2015.02.014>.
- Gentleman, R., y Ihaka, R. (2019). R Project for Statistical Computing. Recuperado de <https://www.r-project.org/>
- ICAR. (2010). INSTITUTE, CENTRAL RESEARCH, COTTON. Recuperado de Integrated Pest, Disease and Nematode Management website: <http://www.cicr.org.in/>
- Kilby, C., Tan, D., y Duggan, B. (2012). Yield components of high-yielding Australian cotton cultivars. *Cotton Res. J*, 5(2), 2005–2008. Retrieved from [http://](http://agronomyaustraliaproceedings.org/images/sampledata/2012/7943_5_kilby.pdf)
- Li, W., Zhou, Z., Meng, Y., Xu, N., y Fok, M. (2009). Modeling boll maturation period, seed growth, protein, and oil content of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in China. *Field Crops Research*, 112(2–3), 131–140. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.02.009>
- Lima, L. L. de, Barreto, M., y Scaloppi, É. A. G. (2010). Reação de cultivares de algodoeiro a *Ramularia areola*. *Summa Phytopathologica*, 36(1), 57–60. <https://doi.org/10.1590/s0100-5405201000010001>
- Mao, L., Zhang, L., Zhao, X., Liu, S., van der Werf, W., Zhang, S., ... Li, Z. (2014). Crop growth, light utilization and yield of relay intercropped cotton as affected by plant density and a plant growth regulator. *Field Crops Research*, 155, 67–76. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.09.021>
- Morello, C. de L., Pedrosa, M. B., Chitarra, L. G., Suassuna, N. D., Filho, J. L. da S., Freire, E. C., ... Godinho, V. de P. (2011). BRS-336. *Embrapa Algodão*. Recuperado de <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/895352/1/FolderBRS336.pdf>
- Morello, C. de L., Pedrosa, M. B., Suassuna, N. D., Lamas, F. M., Chitarra, L. G., Silva Filho, J. L., ... Lanza, M. A. (2012). BRS 336: a high-quality fiber upland cotton cultivar for Brazilian savanna and semi-arid conditions. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 12(1), 92–95. <https://doi.org/10.1590/s1984-70332012000100012>
- Navarro, R., Gutiérrez, M., Alfonzo, N., y Piñango, L. E. (2009). *Cultivo del algodón en zonas de vega del río orinoco y sus afluentes*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/230676173_Ministerio_del_Poder_Popular_para_la_Agricultura_y_Tierras_Instituto_Nacional_de_Investigaciones_Agricolas
- Noreen, S., Mahmood, S., Faiz, S., y Akhter, S. (2020). Plant Growth Regulators for Cotton Production in Changing Environment BT En S. Ahmad y

- M. Hasanuzzaman, Eds. - *Cotton Production and Uses: Agronomy, Crop Protection, and Postharvest Technologies*, pp. 119-144. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1472-2_8
- Omer, F., Khuram, M., Azhar, A. K., y Shakeel, A. (2020). Sowing Methods for Cotton Production. En S. Ahmad y M. Hasanuzzaman, Eds. - *Cotton Production and Uses: Agronomy, Crop Protection, and Postharvest Technologies* (p. 650). <https://doi.org/10.1002/14356007.a22>
- Palomo Gil, A., Gaytan Mascorro, A., y Godoy Avila, S. (2001). Effect of postplanting irrigation and population density on cotton yield and fiber quality. *Terra Latinoamericana*, 19(3), 265–271.
- Prem Kumar, G., Sivakumar, S., Siva, G., Vigneswaran, M., Senthil Kumar, T., y Jayabalan, N. (2016). Silver nitrate promotes high-frequency multiple shoot regeneration in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) by inhibiting ethylene production and phenolic secretion. *In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant*, 52(4), 408–418. <https://doi.org/10.1007/s11627-016-9782-5>
- Rajendran, T., Birah, A., y Burange, P. S. (2018). Insect Pests of Cotton. In *Pests and Their Management* (pp. 1–1078). <https://doi.org/10.1007/978-981-10-8687-8>
- Ramírez Seañez, A. R., Contreras Martínez, J. G., Palomo Gíl, A., Álvarez Reyna, V. de P., Rodríguez Herrera, S. A., y García Carrillo, M. (2012). Producción de biomasa de algodón en surcos ultra-estrechos y densidad poblacional. *Agronomía Mesoamericana*, 23(2), 259–267. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=437/43724664005>
- Ren, X., Zhang, L., Du, M., Evers, J. B., van der Werf, W., Tian, X., y Li, Z. (2013). Managing mepiquat chloride and plant density for optimal yield and quality of cotton. *Field Crops Research*, 149, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.04.014>
- Rivero, A. G., y López Medina, E. (2016). Características germinativas de semillas del algodón nativo, *Gossypium* sp., de fibra verde, lila y marrón. *Rebiol*, 35(2), 39–46.
- Roberts, J., y Srivastava, L. (2003). Plant growth and development. Hormones and the environment. *Annals of Botany*, 92(6), 846. <https://doi.org/10.1093/aob/mcg209>
- Román, E. (2012). Guía técnica para modelos sostenibles de producción de algodón en Colombia. Proyecto Regional +Algodón, Fortalecimiento del sector algodonero por medio de la cooperación Sur-Sur., pp 63-69
- SICA. (2010). Servicio de Información y Censo Agropecuario. *Servicio de Información y Censo Agropecuario*, 1. Recuperado de http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/ess_test_folder/World_Census_Agriculture/Country_info_2000/Reports_2/ECU_SPA_REP_2000.pdf
- SIPA. (2019). Informe de rendimientos objetivos de Algodón en Rama 2019. Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1–6. Recuperado de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/informe-de-rendimientos-objetivos/algodon>
- Siebert, J. D., y Stewart, A. M. (2006). Influence of Plant Density on Cotton Response to Mepiquat Chloride Application. *Agronomy Journal*, 98(6): 1634-1639. <https://doi.org/10.2134/agronj2006.0083>
- Sierra, C. M., Galvis, L. A., Trebilcok, A., y Cadena, J. (2010). comportamiento de la variedad Nu opal (*Gossypium hirsutum* l.) bajo diferentes arreglos espaciales, Dialnet, Temas agrarios, ISSN-e 0122-7610, Vol. 15, N°. 2, 2010, págs. 66-74. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4149704>
- Texas A&M AgriLife Research. (2010). Cotton Varieties Information Sheet for West Central Texas. Recuperado de <https://sanangelo.tamu.edu/extension/agronomy/agronomy-publications/cotton-varieties-information-sheet-for-west-central-texas/>
- Townsend, C. R., y Heuberger, J. W. (1943). Methods for estimating losses caused by disease in fungicides

experiments. *Plant Disease Report*, 27: 340–343.

doi.org/10.1016/j.plantsci.2014.05.005

Wang, L., Mu, C., Du, M., Chen, Y., Tian, X., Zhang, M., y Li, Z. (2014). The effect of mepiquat chloride on elongation of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) internode is associated with low concentration of gibberellic acid. *Plant Science*, 225, 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2014.05.005>

Zhao, W., Yan, Q., Yang, H., Yang, X., Wang, L., Chen, B., ... Zhou, Z. (2019). Effects of mepiquat chloride on yield and main properties of cottonseed under different plant densities. *Journal of Cotton Research*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s42397-019-0026-1>