Rev. Fitotec. Mex. Vol. 24 (2): 197-202. 2001

EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA EN VARIEDADES PRECOCES DE ALGODÓN

BIOMASS PRODUCTION AND DISTRIBUTION EFFICIENCY OF EARLY COTTON VARIETIES

Arturo Gaytán Mascorro[1*], Arturo Palomo Gil [2] y Salvador Godoy Avila[1]

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Campo Experimental La Laguna Apdo. Postal No. 247. C.P. 27000. Torreón, Coah. Tel. y Fax 01 (17) 1762-0715. Correo electrónico: celala@halcon.laguna.ual.mx [2] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Fitomejoramiento. Unidad Laguna. Apdo. Postal No. 940. C.P. 27000. Torreón, Coah. Tel. y Fax 01 (17) 1733-1210. Correo electrónico: apalomog@mixmail.com

**Autor responsable*

RESUMEN

Mediante la técnica del análisis de crecimiento se evaluaron tres variedades precoces de algodón (CIAN Precoz, CIAN Precoz 2, CIAN Precoz 3) y una tardía (Deltapine 80) para conocer su eficiencia en la producción de materia seca y su asignación a estructuras vegetativas y reproductivas, a partir de muestreos efectuados a los 71, 85, 99, 113 y 129 días después de la siembra (dds). Las variedades se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. En cada muestreo se colectaron tres plantas por parcela para determinar la altura, número de nudos, grosor del tallo, área foliar, peso seco total y peso seco de órganos vegetativos y reproductivos. Con los datos de peso seco y área foliar se estimó la tasa de crecimiento del cultivo (TCC), tasa de asimilación neta (TAN), índice de área foliar (IAF), relación de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), y relación de peso foliar (RPF). Los valores de materia seca y su asignación, así como la TCC, TAN e IAF, indicaron que las tres variedades precoces son fotosintéticamente más eficientes, y muestran niveles de productividad más altos que Deltapine 80. Con los datos de RAF, AFE y RPF se calificaron las variedades por su frondosidad y grosor de hoja. Las variedades se clasificaron en frondosidad y grosor de hoja en un orden creciente como: CIAN Precoz 3, CIAN Precoz, CIAN Precoz 2 y Deltapine 80.

Palabras clave: *Gossypium hirsutum* L., tasa de crecimiento del cultivo, tasa de asimilación neta, distribución de fotoasimilados, índice de área foliar, frondosidad.

SUMMARY

The plant growth analysis technique was used to assess the dry matter production , and the dry matter distribution between vegetative and reproductive structures of three early (CIAN Precoz, CIAN Precoz 2, CIAN Precoz 3) and a late (Deltapine 80) cotton varieties. A complete randomized blocks experimental design with three replications was used. Five destructive samples were taken at 71, 85, 99, 113 and 129 days after sowing (das). Plant height, number of nodes, stem diameter, plant leaf area, total dry weight, and dry weight of the vegetative and reproductive organs from three plants by plot were measured at each sampling date. Total dry weigth and leaf area data were used to estimate crop growth rate (CGR) , net assimilation rate (NAR), leaf area index (LAI), leaf area ratio (LAR), specific leaf area (SLA), and leaf weight ratio (LWR). Total dry matter, dry matter partitioning CGR, NAR, and LAI data showed that early varieties were photosynthetically more efficient and productive than the late variety Deltapine 80. LAR, SLA and LWR data were used to estimate varieties leafiness and leaf thickness. Data showed that as leafiness increased, leaf thickness decreased. Regarding leafiness, these varieties were ranked in an increasing order as: CIAN Precoz 3, CIAN Precoz, CIAN Precoz 2 and Deltapine 80.

Index word: *Gossypium hirsutum* L., crop growth rate, net assimilation rate, photoassimilate distribution, leaf area index, leafiness.

INTRODUCCIÓN

El programa de mejoramiento genético del algodón del INIFAP ha liberado nuevas variedades de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) que son más precoces y de menor porte vegetativo que las variedades comerciales. Por sus características, es probable que también difieran en su dinámica de crecimiento y eficiencia para la producción, así como en distribución de biomasa entre los diferentes órganos de la planta. Lo anterior es importante para explicar las diferencias en rendimiento, para mejorar la eficiencia de producir, en el diseño de nuevos genotipos y en la determinación de las etapas críticas en el manejo del cultivo.

El rendimiento de los cultivos puede incrementarse de varias formas: a través del incremento de la materia seca total (biomasa), del incremento en el índice de cosecha, o de ambos (Gardner *et al.*, 1985). En estudios sobre el crecimiento y desarrollo de algodón se ha encontrado que las diferencias en rendimiento entre cultivares se deben al tamaño de la demanda en sus órganos reproductivos (número y tamaño), más que a su capacidad fotosintética o al tamaño de la fuente (Hearn, 1969), y que la única forma de incrementar el rendimiento con los métodos convencionales de mejoramiento, es que la planta trasloque más carbohidratos a los órganos reproductivos (Meredith y Wells, 1989); es decir, con aumentos en su índice de cose-

Recibido: 16 de Diciembre de 1999.
Aceptado: 20 de Marzo del 2001.

cha. Bryan y Silvertooth (1996) concluyen que para mejorar el rendimiento en variedades de poco rendimiento, se debe incrementar tanto la producción total de materia seca como su traslocación a órganos reproductivos, e indican que para lograr lo anterior es necesario incrementar la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) y la tasa relativa de crecimiento (TRC), especialmente hacia la formación de fibra.

Los índices de crecimiento se utilizan para explicar el rendimiento de los cultivos a través de la formación y acumulación de biomasa (producción primaria neta), que es la cantidad de materia fotosintetizada menos las pérdidas por respiración (Roberts *et al.*, 1985). En algodón, se ha utilizado el análisis de crecimiento para caracterizar y conocer la eficiencia fotosintética de nuevas variedades en relación con variedades ya existentes. Palomo y Godoy (1996) reportan que las variedades "Laguna 89" y Deltapine 80 tienen la misma tasa relativa de crecimiento y, por tanto, la misma capacidad para producir materia seca total por planta (biomasa). Sin embargo, "Laguna 89" es más eficiente en la traslocación de carbohidratos hacia la formación de órganos fructíferos. Resultados similares encontraron Godoy *et al.* (1998), al comparar variedades de algodón convencionales contra transgénicas, aunque reportan diferencias entre variedades en la tasa de crecimiento del cultivo y en tasa de asimilación neta, especialmente durante la etapa de producción de cuadros e inicio de floración.

El objetivo del presente trabajo es determinar la eficiencia en la producción de biomasa y su distribución entre las estructuras vegetativas y reproductivas de tres variedades precoces de algodón y otra variedad comercial de ciclo largo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Campo Experimental de La Laguna en Matamoros, Coahuila, México, en 1997. Se evaluaron tres variedades de ciclo precoz : CIAN Precoz, CIAN Precoz 2, CIAN Precoz 3, y la variedad Deltapine 80 de ciclo tardío, usada como testigo. El diseño experimental fue un bloques al azar con tres repeticiones. La siembra se realizó el 21 de abril, a una distancia de 70 cm entre surcos y de 20 cm entre plantas, para obtener una densidad de población de 70 000 plantas por hectárea. Se fertilizó en la siembra con 120 kg de nitrógeno y 30 kg de P_2O_5 por hectárea. Se aplicaron cuatro riegos: uno de presiembra, y el resto a los 60, 80 y 100 días después de la siembra (dds), estos últimos tres riegos correspondiente al inicio de floración, a la tercera y a la sexta semana de floración. Durante el desarrollo del cultivo se efectuaron tres aplicaciones de insecticida para el control de gusano rosado (*Pectinophora gossypiella* S.), conchuela (*Chlorochroa ligata*) y mosca blanca de la hoja plateada (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring).

Variables del crecimiento como la altura de planta, el número de nudos en el tallo principal (considerando a los cotiledones como nudo 0, y el nudo terminal al que tenía una hoja no menor de 2.5 cm de ancho), y el diámetro del tallo se registraron en el campo a los 33 y 53 dds, así como en los cinco muestreos de plantas realizados para registrar la dinámica de producción de materia seca y de expansión foliar, hechos a los 71, 85, 99, 113 y 129 dds. Cada muestreo lo constituyeron tres plantas con competencia completa por parcela y por repetición, las cuales ocupaban una superficie de 0.428 m^2.

En cada muestreo, las plantas se separaron en tallo principal, lámina foliar, peciolos, ramas e inflorescencias, y se les registró su peso seco. La suma de estos pesos proporcionó el peso seco total, así como su acumulación en órganos vegetativos y reproductivos. Todos los pesos secos se obtuvieron después de exponer las muestras en una estufa de secado a una temperatura uniforme de 70 °C durante 72 horas. Para determinar el área foliar "activa" (verde), en cada variedad y en cada fecha de muestreo, se midió el área de submuestras de láminas foliares formando grupos de diferente tamaño, y también a cada grupo de láminas foliares se les registró el peso seco. Con esta información se realizó una regresión lineal simple en la cual la variable dependiente (Y) fue el área foliar, y la variable independiente (X) el peso seco de láminas. Las ecuaciones de regresión para estimar el área foliar en cada variedad son las siguientes:

CIAN Precoz 2 $Y = -205.622 + 215.823\ X$ (R^2=0.999)
CIAN Precoz $Y = -64.433 + 200.661\ X$ (R^2 = 0.995)
CIAN Precoz 3 $Y = -82.682 + 184.44\ X$ (R^2 = 0.998)
Deltapine 80 $Y = -9.017 + 211.711\ X$ (R^2 = 0.998)

válidas solamente para el intervalo de exploración donde se realizaron los muestreos. Con los datos de peso seco, de área foliar y del intervalo de tiempo entre muestreos, se calcularon los siguientes índices de crecimiento, de acuerdo con Radford (1967) y Hunt (1978):

1. Tasa de crecimiento del cultivo (TCC), que mide el incremento de biomasa por unidad de tiempo.

$$TCC = P_2 - P_1 / A\ (t_2 - t_1), \quad (g\ m^{-2}\ día^{-1})$$

Donde:

A = Área donde el peso seco fue registrado
P_1 = Peso seco de muestra 1

P_2 = Peso seco de muestra 2
t_1 = Fecha de muestreo 1, expresado en días después de la siembra
t_2 = Muestreo de la fecha 2, en días después de la siembra

2. Tasa de asimilación neta (TAN), como estimador de la eficiencia fotosintética de la planta.

$$TAN = [(PS_2-PS_1)/(AF_2-AF_1)]\ [(In_eAF_2-In_eAF_1)/(t_2-t_1),(gm^2\ día^{-1})$$

Donde:

Ln = Logaritmo natural
PS = Peso seco en los muestreos en t_2 y t_1
AF = Área foliar en el periodo de t_1 a t_2

3. Relación de área foliar (RAF), que es un indicador del tamaño del aparato fotosintético de la planta, y es el producto de los valores de área foliar específica y de la relación de peso foliar.

$$RAF = (AF/\ PS\ AF)\ (\ PSAF/\ PS), \quad (cm^2\ g^{-1})$$

Donde:

AF = Área foliar
PS = Peso seco total

4. Área foliar específica (AFE), que mide el grosor de la hoja y representa la superficie foliar por gramo de hoja.

$$AFE = AF\ /\ PSAF, \quad (cm^2\ g^{-1})$$

5. Relación de peso foliar (RPF), que determina la utilización del material asimilado para la producción de hojas, y es un indicador de la frondosidad de la planta.

$$RPF = PSAF/PST \text{ de la planta}, \quad (g\ g^{-1})$$

6. Índice de área foliar (IAF), que es el área foliar por unidad de superficie de suelo

$$IAF = AFT/S\ (m^2\ m^{-2})$$

Donde:

AFT = Área foliar total
S = Área de suelo ocupada

A partir de los datos de peso seco obtenidos en la superficie de muestreo, se calcularon los datos por planta y para un metro cuadrado. Para todas las variables se realizaron análisis de varianza por muestreo y comparación de medias con el procedimiento de Tukey al 0.05 de significancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de planta, número de nudos en el tallo principal y diámetro del tallo

En los muestreos no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre variedades para las variables altura de planta, número de nudos y diámetro del tallo. Todas las variedades mostraron su mayor velocidad de crecimiento en altura entre los 53 y 85 dds. Las tres variedades precoces alcanzaron su máximo tamaño y número de nudos a los 95 dds, mientras que la variedad Deltapine 80 continuó creciendo hasta los 112 dds. Esta última variedad tuvo 16 cm más de altura que CIAN Precoz y entre 7 y 11 cm más que las otras dos variedades. Al final del ciclo, Deltapine 80 presentó el mayor número de nudos en el tallo principal con un promedio de 18 nudos por planta. En diámetro del tallo, la variedad CIAN Precoz 2 presentó un mayor grosor que las otras dos variedades precoces y muy parecido al de Deltapine 80 (Cuadro 1). El número de nudos y la altura de planta han sido de utilidad para establecer diferencias entre especies de algodón, y para predecir el crecimiento de la planta a través del tiempo (Bryan y Silvertooth 1996), aunque en este trabajo tales diferencias no fueron significativas.

Producción de materia seca

En producción de biomasa por metro cuadrado, no se detectaron diferencias significativas para peso seco total, peso seco de la parte vegetativa, y peso seco de la parte reproductiva en ninguna etapa del crecimiento de las plantas. Como era de esperarse, la asignación de fotoasimilados hacia los órganos vegetativos fue mayor en las primeras etapas del desarrollo de las plantas y disminuyó gradualmente a medida que se formaron en número y tamaño los órganos reproductivos (Cuadro 2). Aunque estadísticamente no hubo diferencias, a los 129 dds las variedades precoces muestran una mayor acumulación de biomasa total y habían enviado una mayor cantidad de fotoasimilados a los órganos reproductivos que la variedad tardía Deltapine 80, lo cual sugiere que las variedades tardías, tienen una actividad metabólica más lenta, asociada al ciclo biológico más largo. Hearn (1969) reportó que los genotipos que se caracterizan por una mayor eficiencia fotosintética al acumular materia seca y mayor asignación de asimilados hacia las estructuras reproductivas, son también los que presentan mayores rendimientos.

P_2 = Peso seco de muestra 2
t_1 = Fecha de muestreo 1, expresado en días después de la siembra
t_2 = Muestreo de la fecha 2, en días después de la siembra

2. Tasa de asimilación neta (TAN), como estimador de la eficiencia fotosintética de la planta.

$$TAN = [(PS_2-PS_1)/(AF_2-AF_1)]\ [(Ln_eAF_2-Ln_eAF_1)/(t_2-t_1),(gm^2\ día^{-1})$$

Donde:

Ln = Logaritmo natural
PS = Peso seco en los muestreos en t_2 y t_1
AF = Área foliar en el periodo de t_1 a t_2

3. Relación de área foliar (RAF), que es un indicador del tamaño del aparato fotosintético de la planta, y es el producto de los valores de área foliar específica y de la relación de peso foliar.

$$RAF = (AF/\ PS\ AF)\ (\ PSAF/\ PS), \quad (cm^2\ g^{-1})$$

Donde:

AF = Área foliar
PS = Peso seco total

4. Área foliar específica (AFE), que mide el grosor de la hoja y representa la superficie foliar por gramo de hoja.

$$AFE = AF\ /\ PSAF, \quad (cm^2\ g^{-1})$$

5. Relación de peso foliar (RPF), que determina la utilización del material asimilado para la producción de hojas, y es un indicador de la frondosidad de la planta.

$$RPF = PSAF/PST \text{ de la planta}, \quad (g\ g^{-1})$$

6. Índice de área foliar (IAF), que es el área foliar por unidad de superficie de suelo

$$IAF = AFT/S\ (m^2\ m^{-2})$$

Donde:

AFT = Área foliar total
S = Área de suelo ocupada

A partir de los datos de peso seco obtenidos en la superficie de muestreo, se calcularon los datos por planta y para un metro cuadrado. Para todas las variables se realizaron análisis de varianza por muestreo y comparación de medias con el procedimiento de Tukey al 0.05 de significancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de planta, número de nudos en el tallo principal y diámetro del tallo

En los muestreos no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre variedades para las variables altura de planta, número de nudos y diámetro del tallo. Todas las variedades mostraron su mayor velocidad de crecimiento en altura entre los 53 y 85 dds. Las tres variedades precoces alcanzaron su máximo tamaño y número de nudos a los 95 dds, mientras que la variedad Deltapine 80 continuó creciendo hasta los 112 dds. Esta última variedad tuvo 16 cm más de altura que CIAN Precoz y entre 7 y 11 cm más que las otras dos variedades. Al final del ciclo, Deltapine 80 presentó el mayor número de nudos en el tallo principal con un promedio de 18 nudos por planta. En diámetro del tallo, la variedad CIAN Precoz 2 presentó un mayor grosor que las otras dos variedades precoces y muy parecido al de Deltapine 80 (Cuadro 1). El número de nudos y la altura de planta han sido de utilidad para establecer diferencias entre especies de algodón, y para predecir el crecimiento de la planta a través del tiempo (Bryan y Silvertooth 1996), aunque en este trabajo tales diferencias no fueron significativas.

Producción de materia seca

En producción de biomasa por metro cuadrado, no se detectaron diferencias significativas para peso seco total, peso seco de la parte vegetativa, y peso seco de la parte reproductiva en ninguna etapa del crecimiento de las plantas. Como era de esperarse, la asignación de fotoasimilados hacia los órganos vegetativos fue mayor en las primeras etapas del desarrollo de las plantas y disminuyó gradualmente a medida que se formaron en número y tamaño los órganos reproductivos (Cuadro 2). Aunque estadísticamente no hubo diferencias, a los 129 dds las variedades precoces muestran una mayor acumulación de biomasa total y habían enviado una mayor cantidad de fotoasimilados a los órganos reproductivos que la variedad tardía Deltapine 80, lo cual sugiere que las variedades tardías, tienen una actividad metabólica más lenta, asociada al ciclo biológico más largo. Hearn (1969) reportó que los genotipos que se caracterizan por una mayor eficiencia fotosintética al acumular materia seca y mayor asignación de asimilados hacia las estructuras reproductivas, son también los que presentan mayores rendimientos.

Cuadro 3. Índices de crecimiento de cuatro variedades de algodón (Gossypium hirsutum L.), evaluadas en el Campo Experimental La Laguna (CELALA-INIFAP), localizado en Matamoros, Coahuila, México. Ciclo 1997.

Índices*	Muestreo (dds)	Variedad			
		CIAN Precoz 2	CIAN Precoz	CIAN Precoz 3	Deltapine 80
TCC ($g\ m^{-2}\ día^{-1}$)	71-85	13.5 n.s.	17.2	26.5	14.4
	85-99	14.6 n.s.	14.1	8.4	9.1
	99-113	24.5 n.s.	10.8	15.9	19.2
	113-129	59.3 n.s.	55.9	47.1	31.9
TAN ($g\ m^{-2}\ día^{-1}$)	71-85	6.2 n.s.	12.1	13.8	5.5
	85-99	5.2 n.s.	5.5	4.4	2.9
	99-113	7.3 n.s.	3.8	5.3	5.3
	113-129	9.2 n.s.	10.5	10.3	3.1
IAF	71	1.91 ab	.92 b	1.2 ab	2.2 a
	85	2.4 n.s.	2.2	2.8	2.9
	99	3.0 n.s.	2.8	2.7	3.3
	113	3.9 a	2.7 ab	2.2 b	4.0 a
	129	1.9 n.s.	1.4	1.0	0.96

Valores con la misma letra en cada renglón son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05); n.s. = no se encontró significancia estadística.
NOTA*: Se calcularon de acuerdo con las fórmulas mencionadas.

Índices de crecimiento

Con los análisis de varianza para tasa de crecimiento del cultivo (TCC) y tasa de asimilación neta (TAN) sólo se detectaron diferencias significativas entre períodos de muestreo. Entre los 71 y 85 dds las variedades CIAN Precoz y CIAN Precoz 3 presentaron los valores más altos de TCC y TAN, así como los mayores aumentos en índice de área foliar (IAF), lo cual indica que, en dicho período la velocidad de sus procesos metabólicos fue superior al de las otras variedades. Entre los 113 y 129 dds las variedades precoces mostraron valores de TCC y TAN superiores a los mostrados por Deltapine 80 (Cuadro 3). Prácticamente durante todo el ciclo la variedad tardía mostró valores de TAN muy bajos, signo de una baja eficiencia fotosintética y que se comprueba por la cantidad de fotoasimilados enviados a los órganos reproductívos hasta los 129 dds (Cuadro 2). Tal vez esta variedad por ser de ciclo tardío, pudo haber presentado su mayor TCC después de los 129 dds.

En IAF se presentaron diferencias significativas entre variedades a los 71 y 113 dds. En ambos muestreos, los valores de CIAN Precoz 2 y de Deltapine 80 fueron muy superiores a los IAF de las otras dos variedades, por lo que las primeras variedades cuentan con una mayor estructura foliar para la intercepción de la radiación solar y para la síntesis de carbohidratos; las diferencias que puedan existir en el rendimiento de las mismas, serán consecuencia de diferencias en la eficiencia de traslocación de carbohidratos a la formación de órganos reproductivos. Las variedades CIAN Precoz y CIAN Precoz 3 alcanzaron su mayor IAF a los 99 dds (dos semanas antes que CIAN Precoz 2 y Deltapine 80), con valores de 2.8 y 2.7 respectivamente (Cuadro 3). Dichos valores representan en promedio 30 % menos de IAF que el máximo valor presentado por las variedades CIAN Precoz 2 y Deltapine 80, las cuales también mostraron un similar IAF. A los 129 dds la cantidad de fotoasimilados acumulados en las estructuras reproductivas en las tres variedades precoces tuvo una relación muy estrecha con su IAF, más no fue así para Deltapine 80, la que con un alto IAF había acumulado una baja cantidad de materia seca en los órganos reproductivos, lo que se atribuye a una mayor cantidad de hojas sombreadas. Estos resultados clasifican a las variedades precoces como de más alta eficiencia fotosintética que la variedad tardía.

En los componentes del tamaño relativo del aparato fotosintético sólo se detectaron diferencias altamente significativas entre variedades para área foliar específica (AFE), por lo que la magnitud del aparato fotosintético depende más de la relación entre área foliar y su mismo peso que de la biomasa total (Cuadro 4). Los valores de relación de área foliar (RAF), obtenidos a través del ciclo de crecimiento de las plantas clasifican a Deltapine 80 como la variedad más vigorosa y a CIAN Precoz 3 como la menos vigorosa; esto se debe, tal y como lo señalan los valores de AFE, a que las hojas de esta última variedad son más pequeñas y de mayor grosor que las hojas de Deltapine 80 (Cuadro 4). Los valores obtenidos para la relación peso foliar (RPF), confirman que la variedad Deltapine 80 asigna una mayor cantidad de fotoasimilados (peso seco total) al follaje que las variedades precoces, y de éstas CIAN Precoz y CIAN Precoz 3 son las que menos asignan. La disminución en los valores de RAF y RPF conforme avanza la edad del cultivo es normal, ya que en las primeras

Cuadro 4. Relación de área foliar (RAF), area foliar especffica (AFE), y relación de peso foliar (RPF) de cuatro variedades de algodón (Gossypium hirsutum L.). evaluadas en el Campo Experimental La Laguna (CELALA-INIFAP). Ciclo 1997.

Índices	Muestreo (dds)	Variedad			
		CIAN Precoz 2	CIAN Precoz	CIAN Precoz 3	Deltapine 80
RAF ($cm^2 g^{-1}$)	71	91.8 ab	71.4 ab	63.1 b	96.6 a
	85	63.1 n.s.	61.2	49.6	69.4
	99	49.3 n.s.	49.8	39.7	61.2
	113	42.6 a	37.9 ab	26.1 b	48.1 a
	129	13.9 n.s.	13.6	8.8	10.1
AFE ($cm^2 g^{-1}$)	71	213 a	199 c	147 d	211 b
	85	214 a	200 ab	165 b	211 a
	99	192 n.s.	200	170	211
	113	214 a	200 c	147 d	211 b
	129	213 a	200 b	147 c	211 a
RPF ($g g^{-1}$)	71	0.43 n.s.	0.35	0.42	0.45
	85	0.29 n.s.	0.30	0.29	0.32
	99	0.25 n.s.	0.24	0.23	0.28
	113	0.19 n.s.	0.18	0.17	0.22
	129	0.04 n.s.	0.04	0.04	0.03

En reglones, valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05); n.s. = no se encontró significancia estadística.

etapas de crecimiento las plantas invierten la mayor parte de fotoasimilados en el establecimiento de su aparato foliar, cantidad que va disminuyendo gradualmente a medida que la planta acumula una mayor cantidad de carbohidratos en otros órganos de la planta.

CONCLUSIONES

Las variedades precoces alcanzaron su máximo tamaño y número de nudos dos semanas antes que la variedad tardía Deltapine 80. Por la altura alcanzada, CIAN Precoz se ubica como de porte bajo, CIAN Precoz 2 y CIAN Precoz 3 son de porte intermedio y Deltapine 80 como de porte alto.

Las variedades precoces CIAN Precoz 2, CIAN Precoz y CIAN Precoz 3 superan en niveles de eficiencia fotosintética y productividad a la variedad Deltapine 80, en función del peso seco total y su traslocación hacia la formación de estructuras reproductivas, lo cual se confirma por los valores de los índices de crecimiento TCC, TAN e IAF.

Con los valores de la relación de área foliar (RAF), el área foliar específica (AFE) y la relación de peso foliar (RPF), se pudieron establecer diferencias entre variedades en el grosor de la hoja y vigor de la planta, pues a medida que se incrementó el vigor de la planta, decreció el grosor de la hoja. Considerando los valores de RPF las variedades CIAN Precoz 3 y CIAN Precoz, presentan un menor frondosidad, que las variedades CIAN Precoz 2 y Deltapine 80, encontrando que la frondosidad de la planta depende más del AFE que de RPF.

BIBLIOGRAFÍA

Bryan, L.U. and J.C. Silvertooth. 1996. Comparisions between an Upland and a Pima cotton cultivar. I. Growth and yield. Agron. J. 88:583-588.

Gardner, F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1985. Transport and partitioning. *In*: Physiology of Crop Plants. Iowa State Univ. Press Ames, IA. pp: 58-75.

Godoy A., S., L..E. Moreno A., y E.A. García C. 1998. Plant growth analysis of transgenic Bt cotton. Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf. San Diego, Ca. pp: 1485-1487.

Hearn, A.B. 1969. The growth and performance of cotton in a desert environment II. Dry matter production. J. Agric. Sci. Camb. 73: 75-86.

Hunt, R. 1978. Plant Growth Analysis. The Institute of Biology's Studies in Biology No.96. Published by Eduard Arnold. 67 p.

Meredith, W.R. Jr. and R. Wells. 1989. Potential for increasing cotton yields through enhanced partitioning to reproductive structures. Crop Sci. 29:636-639.

Palomo G., A. y S. Godoy A. 1996. Análisis del crecimiento de la nueva variedad de algodón "Laguna 89" y del cultivar "Deltapine 80". Agric. Téc. Méx. 22: 145-156.

Radford, P.J. 1967. Growth analysis formulae, their use and abuse. Crop Sci. 7(3):171-175.

Roberts, M.J., S.P.Long, LL. Tiezen, and C.L. Beadle. 1985. Measurement of plant biomass and net primary production. *In*: Techniques in Bioproductivity and Photosyntesis. J. Coombs, D.O. Hall, S.P. Long, and J.M.O. Scurlock (eds.). Pergamon Press. London. pp: 1-19.