

# ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE LA NUEVA VARIEDAD DE ALGODÓN "LAGUNA 89" Y DEL CULTIVAR "DELTAPINE 80".\*

Arturo PALOMO GIL<sup>1</sup>  
Salvador GODOY ÁVILA<sup>1</sup>

## RESUMEN

Mediante la técnica de análisis de crecimiento se caracterizó y analizó la eficiencia fotosintética de la nueva variedad de algodón "Laguna 89" y del cultivar "Deltapine 80", sembradas durante 1988 en el Campo Experimental "La Laguna" de Matamoros, Coahuila. En cuatro muestreos destructivos del cultivo, efectuados a los 80, 105, 126 y 147 días después de la siembra, se evaluó la dinámica de producción de materia seca de órganos vegetativos y fructíferos, así como de materia seca total por planta de ambos genotipos. Con los datos obtenidos se estimó la tasa de crecimiento del cultivo (TCC), tasa relativa de crecimiento (TRC), tasa de asimilación neta (TAN), relación de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), relación de peso foliar (RPF), índice de área foliar (IAF) y la duración de área foliar (DAF). El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con tres repeticiones. De acuerdo con los resultados, los dos genotipos mostraron la misma dinámica de producción de materia seca total; sin embargo, Laguna 89 acumuló una mayor cantidad de materia seca en los órganos fructíferos que Deltapine 80. Se detectaron diferencias en la TCC, TRC, TAN y en los índices que caracterizan la magnitud del aparato fotosintético de los genotipos evaluados.

## SUMMARY

Plant growth analysis were used to characterize and to know the photosynthetic efficiency of "Laguna 89", a new cotton variety and of the "Deltapine 80" cultivar. To know the vegetative, reproductive, and total dry matter production dynamics four destructive samples were taken at 80, 105, 126 and 147 days after planting. Dry weights were used to determine the crop growth rate (CGR), relative growth rate (RGR), net assimilation rate (NAR), leaf area ratio (LAR), specif leaf area (SLA), leaf weighth ratio (LWR), leaf area index (LAI) and leaf area duration (LAD) indices. Both

\* *Artículo enviado al Comité Editorial del INIFAP- Área Agrícola el 13 de junio de 1996.*

<sup>1</sup> Ph.D. Investigadores del Programa de Algodón. Campo Experimental "La Laguna". CIRNOC, INIFAP.

genotypes showed the same total dry weight accumulation however, Laguna 89 sent more dry matter to the reproductive organs than Deltapine 80. Genotypic differences were also detected on the CGR, RGR, NAR and in the indices that characterize the photosynthetic system size.

## INTRODUCCIÓN

Las técnicas descritas por Radford (5) en 1967 y por Hunt (3) en 1978 para el cálculo de índices de crecimiento de plantas, han sido de gran utilidad para conocer cómo afecta el ambiente, o una práctica cultural, la dinámica de crecimiento y la eficiencia fotosintética de una planta o de una comunidad de plantas con respecto a otra, o bien, para evaluar el comportamiento de diferentes genotipos en un mismo o en varios ambientes.

Los índices de crecimiento también sirven para caracterizar más detalladamente a las nuevas variedades de algodón, su dinámica de acumulación de materia seca y su eficiencia fotosintética. Tal es el caso del presente estudio en el que, mediante los índices de crecimiento, se caracterizó a la nueva variedad de algodón "Laguna 89" y se establecieron las diferencias existentes entre ella y el cultivar "Deltapiné 80".

## REVISIÓN DE LITERATURA

Wells y Meredith (7) en 1984 indicaron que la superioridad productiva de las nuevas variedades de algodón con respecto a las antiguas se debe a que aquéllas acumulan una mayor cantidad de materia seca en los órganos reproductivos y a que su mayor desarrollo reproductivo ocurre cuando el área foliar alcanza su máximo valor.

Gerik y Rosenthal (1) en 1990 concluyeron que el peso seco total de las variedades de algodón Acala SJ-2, Deltapine 50 y Tamcot CD3H, no difiere entre años, y que Tamcot CD3H produce menos biomasa que las otras dos variedades. Estos mismos investigadores consignaron que el índice de cosecha de Deltapine 50 (0.35) es inferior al mostrado por Acala SJ-2 (0.48) y Tamcot CD3H (0.54).

Sequeira y El-Zik (6) en 1992 indicaron que las variedades Tamcot CAMD-E, Tamcot HQ-95 y Paymaster 404, cuentan con una mayor eficiencia de conversión foliar (área foliar requerida para producir un gramo de fibra) que Lankart Lx571 y Deltapine 90.

Según lo comentó Hearn (2) en 1969, las diferencias en el potencial de

rendimiento de diferentes genotipos de algodón se deben, en mayor grado, a la capacidad asimilatoria de sus órganos reproductivos y, en menor grado, a su capacidad fotosintética.

Por su parte, Palomo (4) en 1988 señaló que la línea experimental "QSU16-1", después liberada con el nombre de "Nazas 87", rendía más que el cultivar "Deltapine 80" por registrar una mayor tasa de acumulación de materia seca y una mayor duración de su actividad fotosintética.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo durante 1988 en el Campo Experimental "La Laguna" (CELALA), CIRNOC, INIFAP, localizado en Matamoros, Coahuila, México. Las variedades Laguna 89 y Deltapine 80, las cuales formaron parte de un experimento que incluyó el manejo de cuatro genotipos en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, se sembraron el 11 de abril en cama melonera de 1.60 m de ancho, con un distanciamiento de 0.80 m entre surcos y 0.20 m entre plantas, para obtener una población de 62,500 plantas por hectárea. Durante el ciclo del cultivo se aplicaron tres riegos de auxilio a los 60, 80 y 105 días después de la siembra (dds), fechas que correspondieron a las etapas fenológicas de inicio de floración y tercera y sexta semana de floración, respectivamente. Se fertilizó antes de la siembra con 120 kg de nitrógeno y 30 kg de  $P_2O_5$ . Se realizaron siete aplicaciones de insecticida para el control del gusano rosado (*Pectinophora gossypiella* S.) y del gusano bellotero (*Heliothis zea* B.). La parcela total constó de seis surcos de 6 m de largo. Las plantas muestreadas se tomaron de los dos surcos centrales.

### *Índices de crecimiento.*

Los índices de crecimiento evaluados fueron: tasa de crecimiento del cultivo, tasa relativa de crecimiento, tasa de asimilación neta, área foliar específica, índice de área foliar, y duración del área foliar. El cálculo de estos índices se basó en las técnicas descritas por Radford (5) en 1967, y por Hunt (3) en 1978, y se definen de la siguiente manera:

1. *Tasa de crecimiento del cultivo (TCC)*. Mide el incremento en biomasa por unidad de superficie ocupada en un intervalo de tiempo dado.

$$TCC = PS2 - PS1 / A(t2 - t1), g/m^2/día$$

Donde:

- A = Área de terreno en que se determinó el peso de las plantas ( $1 \text{ m}^2$ ).
- PS1 = Peso seco de la muestra 1
- PS2 = Peso seco de la muestra 2
- t1 = Época de muestreo 1, en días después de la siembra (dds).
- t2 = Época de muestreo 2, en dds.

2. *Tasa relativa de crecimiento (TRC)*. Mide el incremento en biomasa en un período dado con base en la registrada en el tiempo 1 en comparación con la biomasa ganada hasta el tiempo 2.

$$TRC = \text{Log}_e \text{PS2} - \text{Log}_e \text{PS1} / t2 - t1, \text{ g/g/día}$$

$\text{Log}_e$  = Logaritmo natural

La TRC considera a todo el peso seco presente en la planta, en un momento dado, con la misma capacidad para producir materia seca

3. *Tasa de asimilación neta (TAN)*. Expresa la tasa de incremento en peso seco con base en área foliar presente y en que, el área foliar es un estimador de la magnitud del aparato fotosintético. La TAN estima la eficiencia fotosintética de una planta, o de una comunidad de plantas.

$$TAN = (\text{PS2}-\text{PS1}) / (\text{AF2}-\text{AF1}) \times (\text{Log}_e \text{AF2}-\text{Log}_e \text{AF1} / t2 - t1), \text{ g/m}^2/\text{día}$$

Donde:

AF = Área foliar presente en dos intervalos de tiempo dado.

En la determinación de la TAN se asume una relación lineal entre el área foliar y el peso seco de la planta.

4. *Relación de área foliar (RAF)*. Mide la relación entre el área foliar y el peso seco total de la planta. Es un indicador del tamaño relativo del aparato asimilatorio.

$$RAF = \text{AF}/\text{PSAF} \times \text{PSAF}/\text{PS}, \text{ cm}^2/\text{g}$$

Donde:

PS = Peso seco total, en gramos.

PSAF = Peso seco del área foliar.

5. *Área foliar específica (AFE)*. Mide la relación entre el área foliar y el peso seco de la misma. En cierta forma es una medida del grosor relativo de la hoja.

$$AFE = AF/PSAF, \text{ cm}^2/\text{g}.$$

6. *Relación de peso foliar (RPF)*. Mide la relación existente entre el peso seco del área foliar con el peso seco total de la planta, lo que indica la frondosidad de un planta.

$$RPF = PSAF/PS, \text{ g/g}$$

7. *Índice de área foliar (IAF)*. Es el área foliar por unidad de superficie.

$$AIF = \text{Área foliar total} / \text{Área de terreno ocupada}.$$

8. *Duración del área foliar (DAF)*. Es una medida del tiempo que permanece activo el aparato fotosintético.

$$DAF = IAF2 - IAF1 / \text{Log}_e IAF2 - \text{Log}_e IAF1$$

Donde:

IAF1 = Índice de área foliar de la muestra tomada en tiempo 1.

IAF2 = Índice de área foliar de la muestra tomada en tiempo 2.

La información para la estimación de los índices descritos se obtuvo de cuatro muestreos destructivos efectuados a los 80, 105, 126 y 147 días dds. En cada ocasión se tomó una muestra de tres plantas con competencia completa por parcela y repetición, considerando únicamente la parte aérea de la planta a partir de los nudos cotiledonales. En cada muestreo se midió el peso seco de hojas, tallo, ramas vegetativas y fructíferas y órganos fructíferos (botones florales, bellotas y capullos). La suma de estos valores proporcionó el peso seco total de la planta. Todos los pesos secos se obtuvieron después de que las muestras se expusieron durante 72 horas a una temperatura uniforme de 70° C en una estufa de secado. El área de las hojas se determinó con un medidor de área foliar modelo L1-3100. La información se analizó bajo un diseño de parcelas divididas, correspondiendo la parcela mayor a las variedades y, la menor, a las épocas de muestreo. Cuando se detectaron diferencias entre medias se aplicó la prueba de DMS al 0.05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza no reveló diferencias significativas entre variedades por peso seco total por planta (PSTP) ni por el peso seco de los órganos fructíferos (PSOF); en cambio, por peso seco de los órganos vegetativos (PSOV) mostró diferencias altamente significativas (Figuras 1, 2 y 3). El mayor PSOV se manifestó en el tercer muestreo, a los 126 dds, siendo mayor el PSOV de Deltapine 80. De acuerdo con el PSTP, Laguna 89 envió una menor cantidad de fotosintatos (40.6%) hacia los órganos vegetativos que el cultivar testigo Deltapine 80 (49.6%). Esto corrobora lo dicho por Wells y Meredith (7) en 1984, de que la mayor capacidad rendidora de los cultivares modernos se debe a que envían más carbohidratos hacia los órganos reproductivos que hacia los vegetativos, así como a la presencia de un mayor número de órganos fructíferos en la época en que el área foliar se encuentra a su máximo nivel.

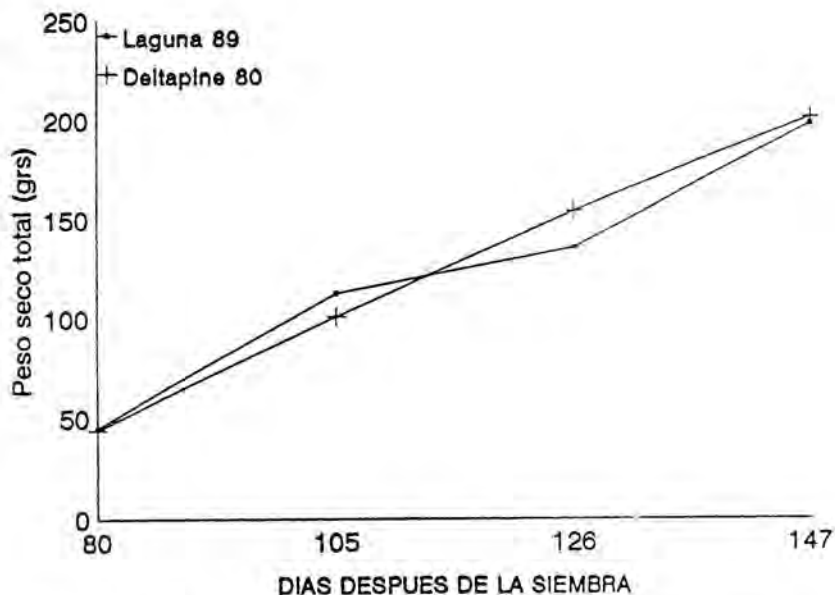


Figura 1. Peso seco total de dos variedades de algodón. CELALA, CIRNOC, INIFAP.

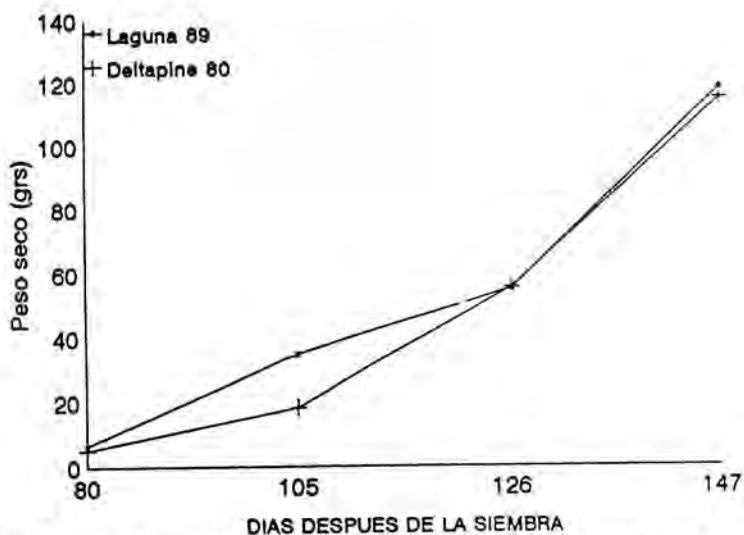


Figura 2. Peso seco de órganos fructíferos de dos variedades de algodón. CELALA, CIRNOC, INIFAP:

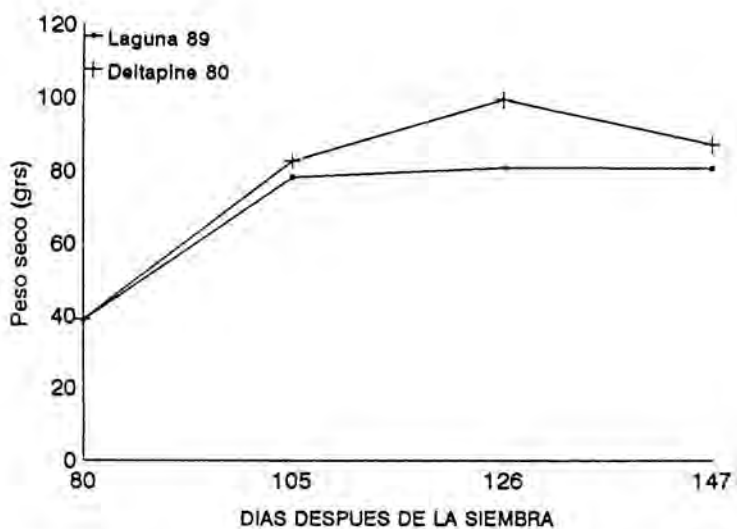


Figura 3. Peso seco de órganos vegetativos de dos variedades de algodón. CELALA, CIRNOC, INIFAP.

En lo referente a PSTP, PSOF y PSOV, los análisis de varianza mostraron diferencias significativas entre épocas de muestreo, tal y como era de esperarse, mas no se detectó significancia para la interacción época de muestreo x variedad, por lo cual se infiere que las variedades mantuvieron un mismo comportamiento a través del tiempo.

De acuerdo con los análisis, la TCC, TRC y TAN solamente mostraron diferencias significativas entre épocas de muestreo, mas no entre genotipos; sin embargo, en el Cuadro 1 puede observarse que de los 80 a 105 y de los 126 a 147 dds, Laguna 89 tendió a acumular una mayor cantidad de materia seca que Deltapine 80, y ocurrió lo contrario en la etapa comprendida de los 105 a 126 dds.

CUADRO 1. TASA DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO (TCC), TASA RELATIVA DE CRECIMIENTO (TRC) Y TASA DE ASIMILACIÓN NETA (TAN), DE DOS VARIETADES DE ALGODÓN. CELALA, CIRNOC. INIFAP. 1988.

Muestreo (dds) <sup>1</sup>	Variedad	TCC (g/m <sup>2</sup> /día)	TRC (g/g/día)	TAN (g/m <sup>2</sup> /día)
80-105	Laguna 89	6.208	0.03551	3.8719
	Deltapine 80	13.636	0.03289	3.5225
105-126	Laguna 89	6.6285	0.00947	1.1966
	Deltapine 80	15.3904	0.01997	2.5523
126-147	Laguna 89	17.9990	0.01818	4.1040
	Deltapine 80	13.5237	0.01240	2.9650

<sup>1</sup> dds = días después de la siembra.

En lo que respecta a AFE, RPF, RAF, IAF y DAF, no hubieron diferencias significativas entre genotipos. Las únicas diferencias significativas en todos los casos fueron para épocas de muestreo, tal y como era de esperarse debido a la dinámica del crecimiento. En el Cuadro 2 se observa que el AFE de Laguna 89 tendió a ser mayor que la obtenida por Deltapine 80, especialmente entre los 80 y 105 dds, lo que indica que la hoja de la nueva variedad es de menor grosor que la del cultivar testigo.



CUADRO 2. RELACIÓN DE ÁREA FOLIAR (RAF), ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA (AFE) Y RELACIÓN DE PESO FOLIAR (RPF) DE DOS VARIETADES DE ALGODÓN. CELALA, CIRNOC, INIFAP. 1988.

Muestreo (dds) <sup>1</sup>	Varietal	RAF (cm <sup>2</sup> /g)	AFE (cm <sup>2</sup> /g)	RPF (g/g)
80	Laguna 89	63.8883	152.4005	0.4223
	Deltapine 80	62.2505	143.5014	0.4348
105	Laguna 89	50.0059	168.3040	0.2969
	Deltapine 80	51.6793	157.0046	0.3299
126	Laguna 89	43.3447	192.2420	0.2244
	Deltapine 80	43.2321	189.3483	0.2301
147	Laguna 89	18.0025	149.8472	0.1179
	Deltapine 80	15.9131	146.4064	0.1082

<sup>1</sup> dds = días después de la siembra

Los estimadores de RAF y RPF de ambos genotipos fueron muy similares (Cuadro 2), existiendo diferencias únicamente en épocas de muestreo. Los valores más altos de RAF y RPF se presentaron a los 80 dds y los más bajos a los 147 dds, situación explicable dada la relación existente entre el área foliar y el peso seco total acumulado. A los 80 dds, el área foliar y su peso representan una mayor proporción del peso seco total, ya que en esta época la planta tiene pocos frutos y éstos son pequeños; en cambio, a los 147 dds la planta ya retuvo la totalidad de los frutos que llegarán a capullo y finalizó también su desarrollo vegetativo, encontrándose en la fase de envejecimiento y defoliación natural. En esta etapa, la mayor actividad y envío de carbohidratos se concentra en los órganos fructíferos retenidos, muchos de los cuales ya alcanzaron su máximo peso y tamaño.

Los valores más altos de IAF se registraron a los 126 dds, siendo mayor el IAF de Deltapine 80 (4.0155) que el de Laguna 89 (3.4519), (Cuadro 3). En los muestreos efectuados a los 80 y 105 dds, los valores de IAF de Laguna 89 fueron ligeramente superiores a los de Deltapine 80. Esto sugiere que,

en la primera parte del ciclo del cultivo, Laguna 89 cuenta con una mayor superficie foliar para la captación de energía solar y elaboración de carbohidratos que Deltapine 80. Una mayor captación y aprovechamiento de la energía solar en las primeras etapas del crecimiento de un cultivo regularmente trae consigo una mayor precocidad del mismo.

CUADRO 3. ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR (IAF) EN DOS VARIEDADES DE ALGODÓN. CELALA, CIRNOC, INIFAP. 1988.

Muestreo (dds) <sup>1</sup>	Variedad	IAF (m <sup>2</sup> )
80	Laguna 89	1.7419
	Deltapine 80	1.6589
105	Laguna 89	3.3448
	Deltapine 80	3.1398
126	Laguna 89	3.4519
	Deltapine 80	4.0155
147	Laguna 89	2.0715
	Deltapine 80	1.8995

<sup>1</sup> dds = días después de la siembra

En el Cuadro 4 se presentan los valores de DAF. En los tres intervalos de tiempo en que se midió la DAF, ambos genotipos mostraron valores estadísticamente iguales y solamente se detectaron diferencias significativas entre épocas de muestreo. En ambos genotipos los valores más altos de DAF se obtuvieron entre los 105 y 126 dds, lo cual significa que en este período las hojas se mantuvieron más tiempo activas que en otras épocas. La mayor longevidad de las hojas en esta época coincidió con la reducción de la tasa de reproducción de la planta y con el incremento en el desprendimiento natural de órganos fructíferos. Con la caída de los órganos fructíferos, muchas de las hojas de la planta carecen de fruto a donde enviar directamente sus fotosintatos, lo cual podría ser la causa de su mayor longevidad.

CUADRO 4. DURACIÓN DEL ÁREA FOLIAR (DAF) DE DOS VARIETADES DE ALGODÓN. CÉLALA, CIRNOC, INIFAP. 1988.

Muestreo (dds) <sup>1</sup>	Varietal	DAF (días)
80-105	Laguna 89	61
	Deltapine 80	58
105-126	Laguna 89	71
	Deltapine 80	75
126-147	Laguna 89	57
	Deltapine 80	59

<sup>1</sup> dds = días después de la siembra

### CONCLUSIONES

1. Laguna 89 y Deltapine 80 acumulan la misma cantidad de materia seca total por planta; sin embargo, Laguna 89 envía una mayor cantidad de carbohidratos hacia los órganos fructíferos y una menor cantidad hacia los órganos vegetativos que el cultivar testigo.
2. En la fase más importante del período reproductivo Laguna 89 tiende a ser más eficiente en producción de materia seca que Deltapine 80, tal y como lo demuestran los índices de TCC, TRC y TAN.
3. El índice de área foliar de Laguna 89 es inferior al de la variedad Deltapine 80. A la vez, las estimaciones de AFE indican que las hojas de Laguna 89 son de menor grosor que las hojas de la variedad comercial con la cual se comparó.

### LITERATURA CITADA

1. Gerik, T. J. and Rosenthal, W. D. 1990. *Varietal differences in radiation-use efficiency in cotton*. Proceedings Beltwide Cotton Prod. Res. Conf. Las Vegas, NV. p. 52.
2. 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.

3. Hunt, R. 1978. *Plant growth analysis*. The Institute of Biology's. Studies in Biology No. 96. Edward Arnold (Publishers) Limited. 67 p.
4. Palomo, G. A. 1988. Comparación del genotipo QSU16-1 de algodón con la variedad Deltapine 80. *Agricultura Técnica en México*. 14 (2): 243-253.
5. Radford, P. J. 1967. Growth analysis formulae, their use and abuse. *Crop Sci.* 7: 171-175.
6. Sequeira, R. A. and El-Zik, K.M. 1992. *Production and partitioning of dry matter in irrigated and water stressed cottons*. Proceedings Beltwide Cotton Conferences. Vol. 2 p. 604.
7. Wells, R. and Meredith Jr, W. R. 1984. Comparative growth of obsolete and modern cotton cultivars. II Reproductive dry matter partitioning. *Crop Sci.* 24:863-868.