Rev. Fitotec. Mex. 12: 68-78. 1989

FENOLOGIA DE FRUCTIFICACION Y CALIDAD DE FIBRA DE DOS GENOTIPOS DE ALGODONERO

Arturo Palomo Gil[1]

RESUMEN

En el Campo Experimental de La Laguna, Coahuila (CALALA) se llevó a cabo el presente trabajo con el propósito de conocer la fenología de fructificación de la línea mejorada de algodón (Gossypium hirsutum L.) QSU 16-1 próxima a liberarse, en comparación con la variedad comercial Deltapine 80. La siembra se efectuó el 17 de abril de 1985 empleando una población de 62,500 plantas/ha. En una distribución de parcelas apareadas con cuatro repeticiones, se localizaron aleatoriamente 24 plantas (seis por repetición) por variedad. Ambos genotipos mostraron similitud en su dinámica de floración, producción de capullos, establecimiento de cosecha y duración de la fase bellota lo cual sugiere que la tecnología de producción recomendada para la variedad Deltapine 80 es aplicable a la línea mejorada. QSU 16-1 y Deltapine 80 también presentan características de bellota y propiedades de la fibra prácticamente similares.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Gossypium hirsutum L.; Establecimiento de bellotas; Dinámica de floración; Producción de capullos.

SUMMARY

At La Laguna Experimental Station, State of Coahuila, an experiment was established to compare QSU 16-1, a new cotton (Gossypium hirsutum L.) line, versus the cultivar Deltapine 80 with respect to their fruiting phenology. The planting date was on April 17, 1985, with a plant density of 62,500 plants/ha. The two genotypes were allocated in a paired plot distribution with four replications. Phenology data were obtained from six plants per plot which were randomly tagged before blooming. Both genotypes showed similar blooming and boll production rates; boll set, boll maturity period and boll and fiber properties were also similar in the two genotypes. According to this data, QSU 16-1 requires the same crop production technology as Deltapine 80.

[1] Experto Nacional Red de Fibras del INIFAP. CIFAP-Comarca Lagunera. Apartado Postal No. 247, Torreón, Coah. C.P. 27440

ADDITIONAL INDEX WORDS

Gossypium hirsutum L.; Boll set; Blooming rate; Boll production rate.

INTRODUCCION

El conocimiento de la fenología de una planta desde la emergencia hasta el final de su ciclo biológico, así como la influencia que sobre la misma ejercen los factores climáticos, de manejo, organismos dañinos, etc., son de primordial importancia en la toma de decisiones que permitan un manejo óptimo del cultivo y en el mejoramiento de la producción y productividad agrícola.

Entre los primeros estudios en México sobre la fenología del algodón y su respuesta a diferentes prácticas culturales, destacan los efectuados en el Campo Agrícola Experimental de La Laguna a partir de 1969 (Palomo, 1971). Estos estudios han sido básicos en el conocimiento del crecimiento y desarrollo de la planta de algodón, los cuales a su vez han sido de utilidad en el establecimiento de mejores calendarios de riego (Palomo *et al.*, 1975); en la determinación del período crítico del control químico de plagas (Palomo y Godoy, 1976); y en la implementación de mejores sistemas de producción (Palomo *et al.*, 1975). Por iguales razones es importante conocer la fenología de aquellos genotipos cuyo potencial de producción y/o características agronómicas los sitúe como candidatos a utilizarse comercialmente.

En el CIFAP-Comarca Lagunera se dispone de una línea sobresaliente

(QSU 16-1), de ramas fructíferas cortas y resistente al daño ocasionado por la enfermedad conocida como "viruela del algodonero" (*Puccinia cacabata* A&H). Esta línea es producto del programa de mejoramiento genético, y en tres años de evaluación, tanto en altas poblaciones de plantas (100,000/ha) con la aplicación de tres riegos de auxilio, como en bajas densidades (62,000/ha) con cuatro riegos de auxilio ha superado la producción de la variedad testigo (Palomo, 1986). Dado que QSU 16-1 está próxima a liberarse, el presente estudio tiene como objetivo conocer su fenología de fructificación y compararla con la de la variedad comercial Deltapine 80. El conocimiento de la fenología de esta línea permitirá delimitar, entre otros aspectos, si su período crítico de control químico de plagas es igual al de Deltapine 80.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se realizó en el ciclo primavera-verano de 1985 en el actual Campo Experimental de La Laguna del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (25°25'N, 102°0, 1100 msnm). Los genotipos evaluados fueron la nueva línea QSU 16-1, de ramas fructíferas cortas, y la variedad comercial Deltapine 80 de ramas fructíferas largas que fungió como testigo. La siembra se realizó el 17 de abril, en una distribución de parcelas apareadas con cuatro repeticiones. Cada parcela consistió de ocho surcos de seis metros de longitud.

La distancia entre surcos fue de 0.80 m y la distancia entre plantas de 0.20 m para tener una población próxima a 62,500 plantas/ha. Se fertilizó con 120 kilos de nitrógeno y 30 kilos de fósforo aplicados a la siembra. Se aplicaron un total de cuatro riegos de auxilio a los 51, 69, 91 y 112 días después de la siembra.

Durante el ciclo del cultivo la principal plaga fue el gusano rosado (*Pectinophora gossypiella* S.), requiriéndose de cinco aplicaciones de insecticidas (Gusation 50 PH, Sevín 80 y Parathion metílico) para su control.

Las variables consideradas fueron altura de planta, dinámica de la floración, dinámica de la producción de capullos, origen de la cosecha por semana de floración, duración de la fase bellota y calidad de fibra según su origen en el período de floración. Para evaluar la dinámica de crecimiento en altura de planta se seleccionaron al azar en los 2 surcos centrales, seis plantas por parcela y por genotipo, las cuales se identificaron con etiquetas numeradas y semanalmente se les midió su altura a partir de los nudos cotiledonales. La evaluación de esta característica se inició con la floración, 63 días después de la siembra, y se suspendió 15 días después de que el cultivo había alcanzado su máxima altura.

Para conocer la dinámica de floración también se marcaron seis plantas de los 2 surcos centrales por parcela, al azar, y con la competencia requerida. Las plantas se revisaron cada dos días etiquetando, por fecha de aparición, las flores emitidas en ese lapso. En las mismas plantas y con la misma frecuencia, se identificaron con una etiqueta los capullos producidos según su fecha de aparición. En esta forma se conoció tanto la dinámica de producción de capullos como el origen de la cosecha por día o semana de floración, así como la duración de la fase bellota.

Con el etiquetado de flores y capullos también se determinó la dinámica del "amarre" o establecimiento de cosecha y el período de floración efectiva (período de la floración en el que las flores producidas llegaron a formar un capullo cosechado). Con las fechas de floración y de capullo

para cada fruto, se conoció la duración de la fase bellota según su origen en el período de floración.

Las propiedades que se evaluaron sobre la calidad de la fibra fueron la longitud, la resistencia y la finura. La longitud generalmente se expresa en pulgadas y se mide por medio de un instrumento óptico regulado electrónicamente, denominado "Fibrógrafo digital". La resistencia se refiere a la fuerza que puede soportar una fibra antes de romperse, se expresa en miles de libras por pulgada cuadrada, y se mide mediante un aparato conocido como "Estelómetro". La determinación de la finura proporciona información tanto del grosor (diámetro) de la fibra como del grado de madurez de la misma; generalmente las fibras muy finas (inferiores a 3.5 micronaires) son fibras inmaduras. Para medir esta propiedad de la fibra se utiliza un instrumento llamado "Micronaire" y la finura se expresa en unidades de micronaire. Para determinar la calidad de la fibra se separaron, en muestras semanales, los capullos producidos según su origen en el período de floración y establecimiento de cosecha.

Tradicionalmente la descripción fenológica del algodonero se ha expresado en días-calendario o edad cronológica de la planta, lo cual tiene como principal inconveniente que cada día se pondera con el mismo valor durante el ciclo, independientemente de las condiciones climatológicas (temperatura principalmente) que ocurran durante el desarrollo del cultivo. Dado que en la actualidad existen mejores técnicas para la clasificación fenológica de las plantas cultivadas, en el presente trabajo, además del método de días-calendario, se utilizó el método residual también conocido como de grados-días o de unidades calor acumuladas (UC). El término grados-días o UC se refiere a la cantidad de UC acumuladas dentro de ciertos límites de temperatura para cada cultivo. La fórmula que se empleó para la determinación de unidades calor fue la siguiente:

$$UC = \frac{T\ máx + T\ mín}{2} - TB$$

donde:

T máx = Temperatura máxima diaria (^{o}C)
T mín = Temperatura mínima diaria (^{o}C)
TB = Temperatura base o umbral cuyo valor depende de cada cultivo.

Para el caso del algodón la temperatura base y mínima es de 15.5^{o}C y la máxima de 38^{o}C. Temperaturas superiores a los 38^{o}C, además de no contribuir al potencial productivo del cultivo, pueden reducir la energía neta para el crecimiento del mismo (Krieg, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSION

Altura de Planta

La medición de esta característica se inició a los 63 días después de la siembra (siete días después de la emisión de las primeras flores). Durante todo el período de floración y hasta que la planta obtuvo su máximo desarrollo vegetativo, la línea QSU 16-1 mantuvo una mayor altura que Deltapine 80. Al término de su crecimiento QSU 16-1 promedió 7 cm más altura que la variedad testigo, la cual alcanzó 101 cm (Figura 1). Ambos genotipos terminaron de crecer a los 112 días después de la siembra (1119 unidades calor). Dado que la descripción fenológica del algodón en la literatura extranjera se describe utilizando UC en grados Farenheit, no es posible por el momento, incluirla en una discusión al respecto.

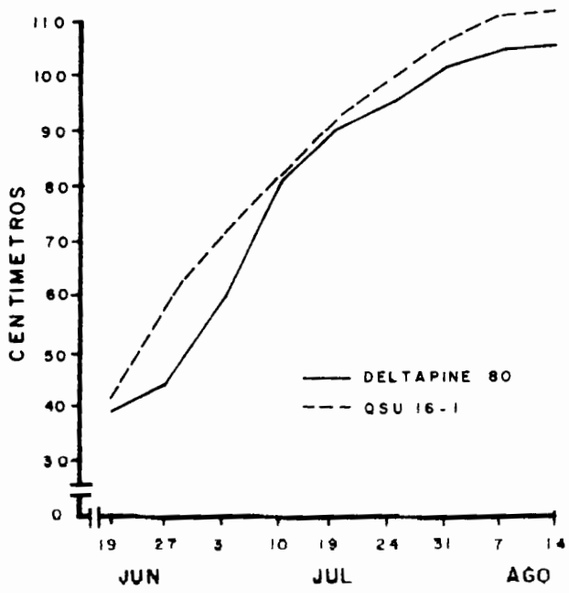

Figura 1. Dinámica del crecimiento en altura de planta de QSU 16-1 y Deltapine 80.

Floración

Ambos genotipos emitieron sus primeras flores a los 56 días después de la siembra (554 UC) y las últimas a los 132 días (1323 UC). El período de floración tuvo una duración de 76 días (11 semanas). La duración de esta etapa fenológica (Figuras 2 y 3) se prolongó 10 días más de lo indicado por Palomo (1971), quizás debido a la presencia de condiciones climatológicas (temperaturas principalmente) inadecuadas para un óptimo desarrollo del cultivo. Estas temperaturas subóptimas, en que las unidades calor diarias fueron inferiores a 10°C, se presentaron en la tercera y cuarta semanas de floración, del 26 de junio al 8 de julio, reflejándose inmediatamente en una ligera disminución en la dinámica de floración y "amarre" de cosecha. Sin embargo, los efectos más drásticos se manifestaron tres semanas más tarde, en la sexta y séptima semanas de floración, donde el cultivo acusó una notable disminución en su producción de flores (Figuras 2 y 3). Puesto que la velocidad de los procesos bioquímicos y de crecimiento de plantas como el algodón están altamente correlacionados con la temperatura (Wanjura y Supak, 1985), se puede inferir que el período de bajas temperaturas anteriormente mencionado afectó negativamente la dinámica de producción de botones florales y retención de los mismos.

Producción de Capullos

Ambos genotipos iniciaron y finalizaron su período de producción de capullos en las mismas fechas (Figura 3). Los primeros capullos aparecieron a los 124 días después de la siembra (1238 UC) y los últimos a los 172 días (1670 UC). Esta etapa fenológica tuvo una duración de 48 días (432 UC). A pesar de la prolongación del período de floración, el ciclo del cultivo fue ocho días más precoz que el promedio obtenido en otros estudios (Palomo, 1971; Palomo *et al.*, 1982).

Al igual que para "amarre" de cosecha, la dinámica de apertura de bellotas de la línea QSU 16-1 fue ligeramente superior a la mostrada por Deltapine 80 (Figura 4). La mayor diferencia de este parámetro se presentó al final de la tercera semana de producción de capullos, época en la cual la línea QSU 16-1 tenía el 46% de su producción final lista para cosecharse mientras que la variedad Deltapine 80 tenía 33% (Figura 4). Esta variedad, según el comportamiento promedio de cinco años de prueba, para la fecha indicada normalmente ya tiene madura el 41% de su cosecha (Palomo *et al.*, 1982) de lo cual se infiere que sufrió un ligero retraso en el establecimiento y maduración de

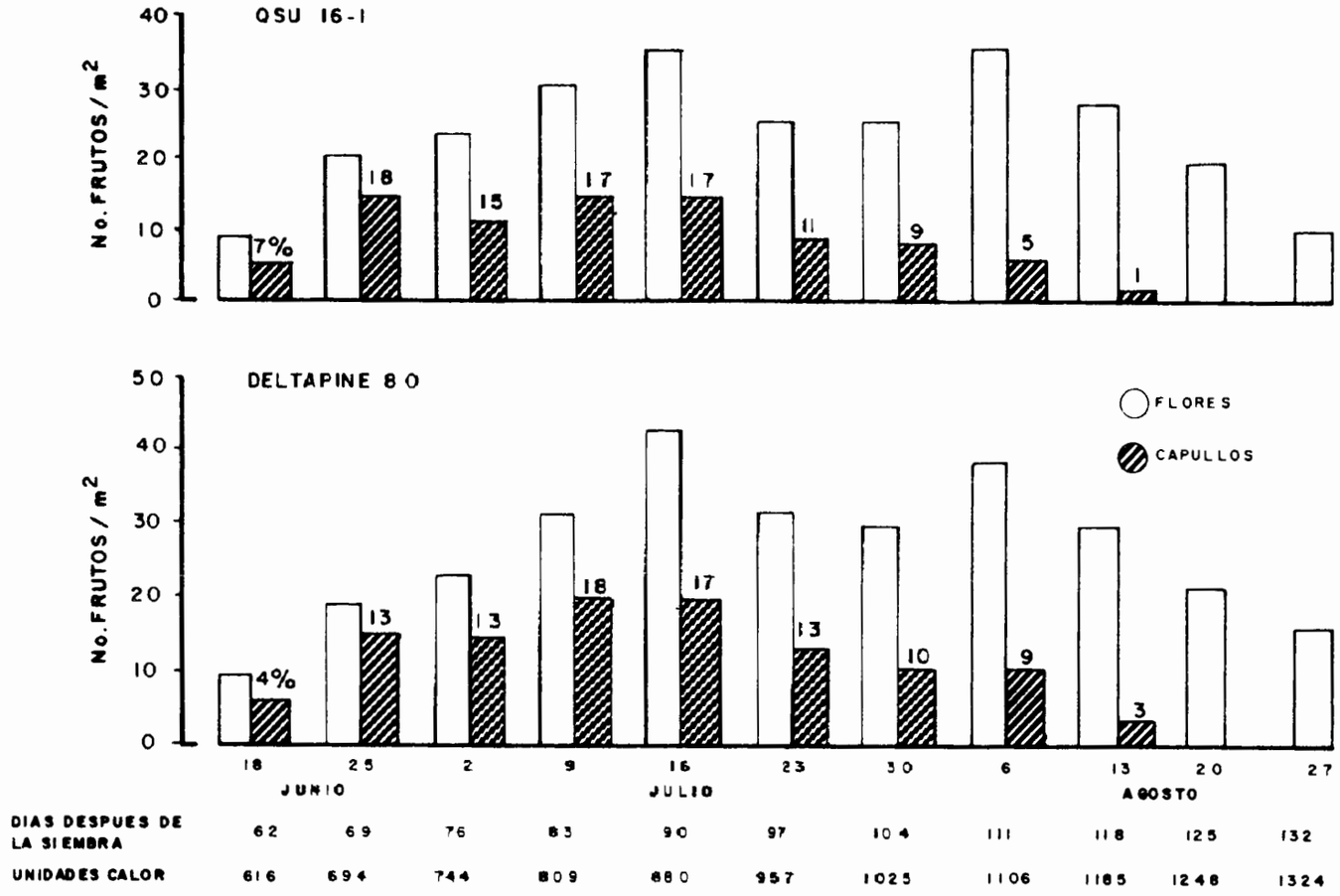

Figura 2. Origen de la cosecha por semana de floración de QSU 16-1 y DELTAPINE 80.

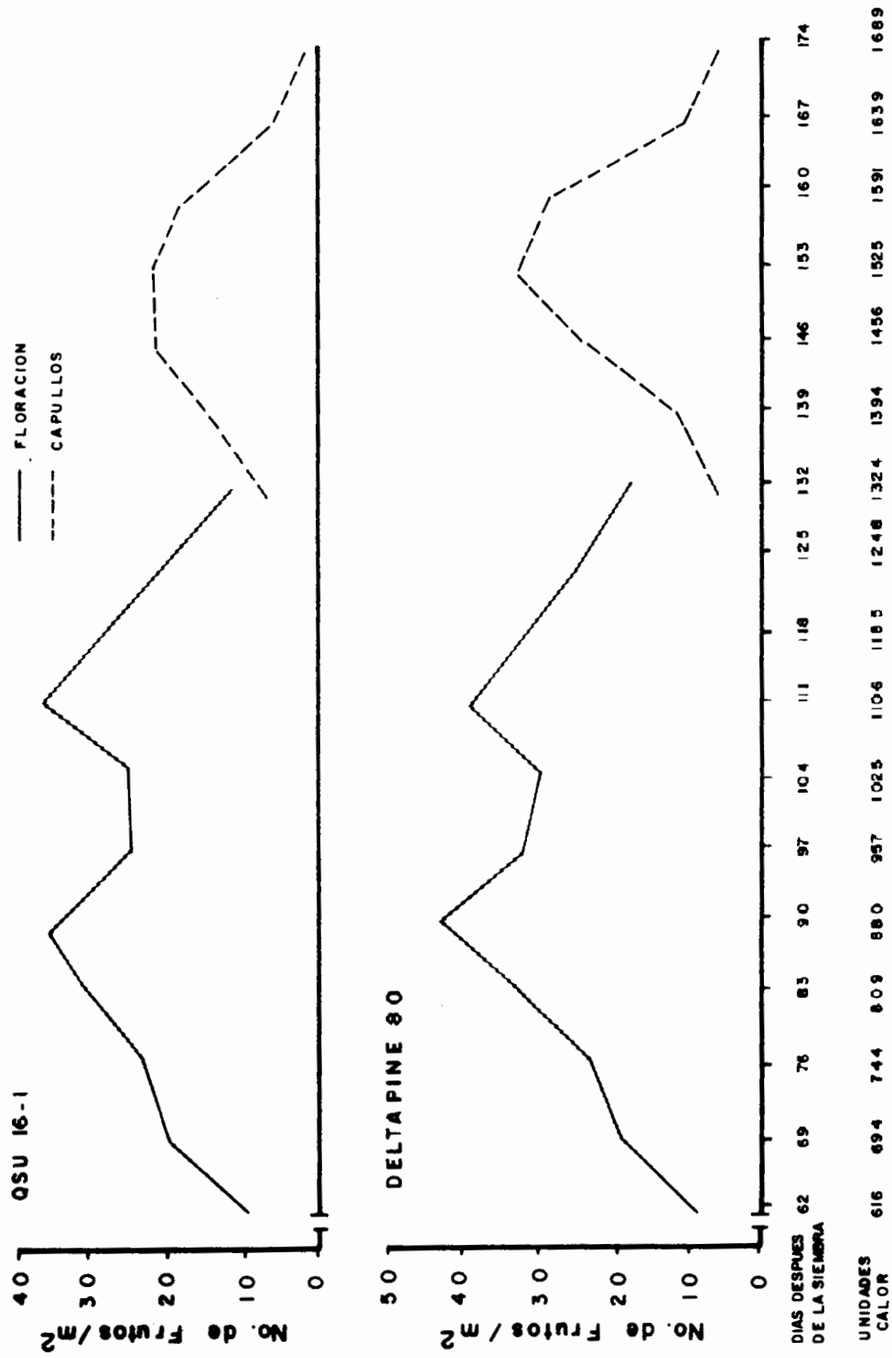

Figura 3. Dinámica de fructificación de dos genotipos de algodonero.

la cosecha en el presente ciclo agrícola.

Período de Floración Efectiva

Tanto la línea QSU 16-1 como la variedad Deltapine 80 presentaron el mismo período de floración efectiva, el cual fue de 63 días (Figura 2).

En estos primeros 63 días, de los 76 días que duró el período total de floración, ambos genotipos establecieron todos los frutos que se cosecharían; sin embargo, en la Figura 5 pueden observarse que QSU 16-1 mantuvo una ligera ventaja sobre Deltapine 80 en precocidad a "amarre" de cosecha, ya que al final de la tercera semana de floración QSU 16-1 había establecido el 39% de los frutos que alcanzarían a ser capullo por un 29% de Deltapine 80. La información fenológica de las variedades tipo Deltapine (Palomo *et al.*, 1982) indica que en este experimento, tanto la duración del período de floración como el período de floración efectiva fueron 13 días más largos que el promedio expresado en días calendario.

Duración de la Fase Bellota

La duración de esta fase, considerada desde que el fruto es flor hasta la deshiscencia de la bellota, fluctuó entre 46 y 75 días en ambos genotipos (Figura 6); el 75% de las bellotas de ambos genotipos emplearon de 56 a 70 días para ser capullo. Otro aspecto importante en la maduración de la bellota, es la tendencia de que las primeras bellotas establecidas requieren mayor número de días de la fase de la flor a la de capullo, que las provenientes de las subsecuentes semanas de floración (Figura 7). Las bellotas procedentes de las dos primeras semanas de floración emplearon de 68 a 70 días para ser capullo, en tanto que las provenientes de la octava y novena semana requirieron de 54 días. Estos resultados son contrarios a los que encontraron Kerby *et al.* (1987) en California, donde las bellotas provenientes de las últimas semanas de floración requerían de un mayor número de días (65) para madurar que las provenientes de las primeras semanas de floración (56 días). Esto es de esperarse cuando las condiciones climáticas y/o de manejo del cultivo, en la época de establecimiento y maduración de la cosecha, son diferentes entre localidades.

El análisis conjunto de las variables evaluadas hasta el momento indica que la línea mejorada (QSU 16-1) es muy parecida a la variedad comercial Deltapine 80 en lo referente a dinámica de floración, establecimiento de cosecha, dinámica de producción de capullos y duración de la fase bellota, de lo cual se infiere que la tecnología de producción recomendada para la obtención de óptimos rendimientos en la variedad Deltapine 80 es aplicable a este nuevo genotipo.

Características de la Bellota

Deltapine 80 mostró mayor peso del capullo, porcentaje de fibra e índice de semilla que QSU 16-1 (Cuadro 1). En lo referente al peso del capullo y al porcentaje de fibra, resultados anteriores indicaban que ambos genotipos presentaban los mismos valores (Palomo, 1986); en cambio, las diferencias en índice de semilla (peso de 100 semillas) ratifican que la semilla de QSU 16-1 es más pequeña que la Deltapine 80.

El análisis de las propiedades de la bellota, según su origen en el período de floración, mostró que el peso de capullo de la variedad Deltapine 80 permaneció más o menos constante a través de las diferentes semanas de floración y "amarre" de su cosecha; en cambio, el capullo de QSU 16-1 tendió a disminuir su peso a medida que avanzó el período de floración y "amarre" de cosecha (Cuadro 1). En

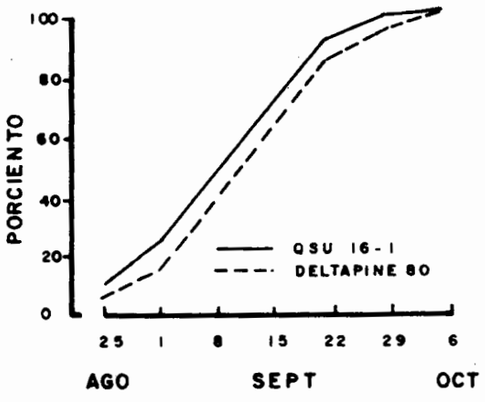

Figura 4. Dinámica de apertura de bellotas.

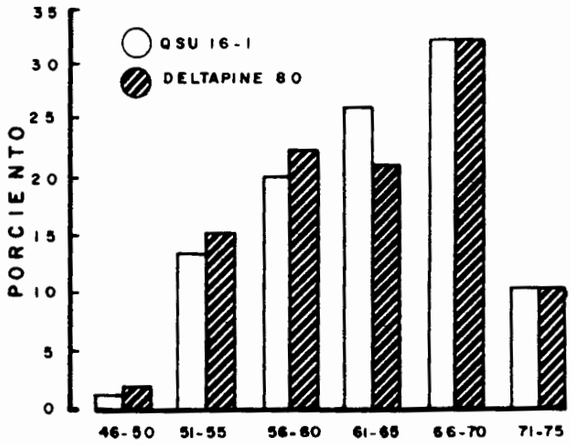

Figura 6. Período de maduración de la bellota.

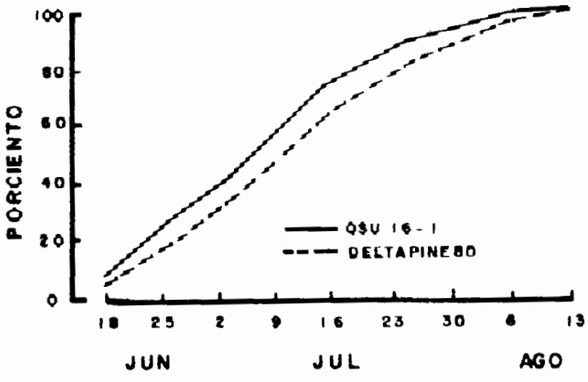

Figura 5. Dinámica de "amarre" de cosecha por semana de floración.

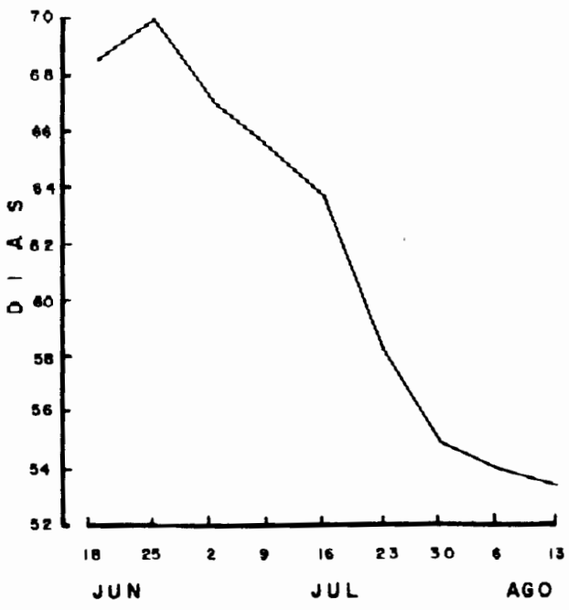

Figura 7. Período de maduración de la bellota por semana de floración.

Cuadro 1. Calidad de fibra de dos genotipos de algodón con base en el origen de la cosecha por semana de floración.

No.	Semana de floración	Peso de capullo (g)	% de fibra	Indice de semilla	Longitud		Resistencia[1]	Finura[2]
					Pulgs	mm		
				QSU 16-1				
1	Jun 18	5.41	36.0	11.9	1 1/8	28.1	77.0	4.1
2	Jun 25	5.48	35.9	10.6	1 1/8	28.0	72.0	3.7
3	Jul 2	5.11	38.4	9.9	1 1/8	28.2	75.5	3.6
4	Jul 9	4.96	38.3	9.1	1 3/32	27.9	76.8	3.3
5	Jul 16	4.92	37.7	8.6	1 1/8	28.5	75.3	3.2
6	Jul 23	5.01	38.6	8.3	1 1/8	28.2	75.8	3.0
7	Jul 30	4.51	40.7	7.6	1 3/32	27.3	78.3	2.9
8	Ago 6	4.65	39.6	7.4	1 3/32	27.4	78.5	2.8
9	Ago 13	3.44	42.7	6.5	1	25.9	--	2.4
				Deltapine 80				
1	Jun 18	5.34	39.7	11.1	1 3/32	27.9	74.0	3.6
2	Jun 25	5.35	38.4	11.4	1 1/8	28.1	69.0	3.5
3	Jul 2	5.31	39.8	10.6	1 3/32	27.6	69.3	3.1
4	Jul 9	5.49	40.0	10.1	1 1/8	28.2	77.8	3.3
5	Jul 16	5.25	40.3	9.2	1 3/32	27.7	76.0	3.2
6	Jul 23	5.89	41.2	9.2	1 1/16	27.3	74.5	3.4
7	Jul 30	5.31	41.8	9.0	1 1/16	27.2	78.3	3.1
8	Ago 6	5.12	40.9	8.6	1 3/32	27.6	80.8	2.9
9	Ago 13	4.53	44.1	6.5	1 1/32	26.2	80.0	2.6

[1] Miles de libras por pulgada cuadrada.
[2] Indice de micronaire.

ambos genotipos el porcentaje de fibra fue más alto en las últimas semanas del período de floración que en las primeras, sucediendo lo contrario con índice de semilla, lo cual explica en parte los valores obtenidos para la variable primeramente mencionada. Entre ambas características existe una relación negativa: a mayor porcentaje de fibra corresponde un menor índice de semilla y viceversa. Estos resultados coinciden con los informados por Kerby *et al.* (1987), quienes además indican que bajo condiciones ambientales no ideales la calidad y peso de la semilla se ven más afectados que la calidad y peso de la fibra.

Calidad de fibra

Los resultados para la calidad de fibra, según su origen en el período de floración, indicaron que ambos genotipos produjeron fibra de buena longitud en ocho de las nueve semanas que duró el período de floración efectiva (Cuadro 1). Dado que en esas ocho semanas se estableció el 98% de la cosecha final puede inferirse que la longitud de fibra no es afectada por la época en que se origina el fruto o por la posición del mismo en la estructura de la planta (nudo y rama fructífera). El crecimiento y desarrollo de la fibra de algodón tiene lugar en dos etapas. La primera de ellas es precisamente un período de alargamiento que finaliza 20 días después de la fecundación, y la segunda es un período de engrosamiento o desarrollo de las paredes secundarias de la fibra (Tharp, 1965).

Ambos genotipos mostraron los mejores valores para resistencia de fibra en los capullos establecidos a partir de la séptima semana de floración, lo cual coincide con una reducción en el grosor de la fibra (Cuadro 1). La obtención de fibras cada vez más finas a medida que avanza el ciclo del cultivo es un indicio de que la competencia por carbohidratos, nutrimentos o de agua se agudiza al aumentar el número y tamaño de las bellotas que la planta retiene. Las fibras más finas, si están completamente maduras, dan una hilaza más fuerte que las fibras gruesas. Esto no quiere decir que cada fibra individual sea más resistente, pues debido a que las determinaciones de resistencia se hacen sobre la base de una pulgada cuadrada de fibra, como en una pulgada entra un mayor número de fibras finas que de gruesas, el haz de fibras finas es más resistente.

Los resultados del presente estudio y la información obtenida con anterioridad (Palomo, 1986) indican que QSU 16-1, además de poseer tolerancia genética a la "viruela del algodonero", presenta un potencial de rendimiento superior al de la variedad comercial Deltapine 80. Prácticamente ambos genotipos muestran similitud en la duración de sus eventos fenológicos, características agronómicas y calidad de fibra, la cual cumple con los requerimientos de la industria textil.

CONCLUSIONES

1. Deltapine 80 y QSU 16-1 requieren el mismo número de días y de unidades calor para alcanzar su máxima altura, iniciar y terminar sus períodos de floración y producción de capullos, período de floración efectiva o "amarre" de cosecha y duración de la fase bellota.

2. Dado que Deltapine 80 y QSU 16-1 presentan eventos fenológicos similares, se puede inferir que el período crítico en el cual deben controlarse químicamente las plagas y el manejo del cultivo en general, son similares para ambos genotipos.

3. Ambos genotipos también son similares en sus características

agronómicas y propiedades de la fibra, cuya calidad cumple con los requisitos de la industria textil.

BIBLIOGRAFIA

Kerby, T., M. Keeley, and S. Johnson. 1987. Growth and development of Acala cotton. Agric. Exp. Stat. Univ. of California. Bull. 1921. 14 pp.

Krieg, R.D. 1985. Development and physiological responses of short season cotton to temperature. Proc. Belt-wide Cotton Prod. Res. Conf. p. 366.

Palomo G., A. 1971. Variedad Deltapine Smooth Leaf. Desarrollo vegetativo y fructífero en período óptimo de siembra. Algodón Mexicano No. 61:49-54.

_____, **H. Quirarte R. y L.F. Flores L. 1975.** Efecto de población de plantas, número de riegos e intervalo al primer auxilio sobre la fenología, rendimiento y calidad de fibra del algodonero. Agric. Tec. Méx. Vol. III. No. 11:424-436.

_____. **1986.** QSU 16-1. Nueva variedad de algodonero. Algodón Mexicano No. 105:45-47.

_____, **J.A. Bordallo N. y E. García C. 1982.** Escala fitométrica del algodonero en la Comarca Lagunera. Desplegable para Productores No. 13. CIAN-INIA-SARH.

_____ **y S. Godoy A. 1976.** Determinación del período crítico de combate químico de plagas en relación con la fenología del algodonero cultivar Deltapine 16, en la Comarca Lagunera. Agric. Téc. Méx. Vol. III. No. 12:463-468.

Tharp, W.M. 1965. The cotton plant. How it grows and why its growth varies. U.S. Dept. Agric., ARS Agric. Handbook No. 178. 17 pp.

Wanjura, D.F. and J.R. Supak. 1985. Temperature methods for monitoring cotton development. Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf. p. 369-371.