

CARACTERÍSTICAS DE UNA POBLACIÓN DE ALGODONERO PARA MEJORAMIENTO GENÉTICO EN LA COMARCA LAGUNERA, MÉXICO

**Characterization of an upland cotton foundation population for
breeding at the Comarca Lagunera, northern Mexico**

José Luis Puente Manríquez¹, José Espinoza Velázquez²,
Arturo Palomo Gil³, Enrique Navarro Guerrero²

¹Coordinación de Carreras Agronómicas, Departamento de Fitomejoramiento
UAAAN-UL, Torreón, Coah.

²Instituto Mexicano del Maíz " Dr. Mario E. Castro Gil", UAAAN. 25315
Buenavista, Saltillo, Coah.

³Campo de Investigaciones Agrícolas del Norte, Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales y Agropecuarias (CIAN-INIFAP),
Torreón, Coah., México.

RESUMEN

El cultivo del algodón *Gossypium hirsutum* L. en la Comarca Lagunera, se da en un contexto de limitantes agrícolas, entre las que destacan: escasez de agua, uso inadecuado del agua de riego, fertilización deficiente, excesivo combate químico de plagas y pobre expresión genética de las variedades comerciales en uso. Con el propósito de buscar soluciones a esta problemática, durante 1991 se derivó una población base cuyas características deseables son: alto rendimiento, resistencia a enfermedades y plagas, y alta calidad de fibra. Se tomaron como base F^2 segregantes de un diseño dialélico que conjugó seis variedades comerciales adaptadas a la región. De un bloque compacto de 105 parcelas con 20 plantas cada una, se seleccionaron fenotípicamente de 2 a 3 plantas por parcela, obteniendo un total de 250 genotipos, donde predominaron especímenes con ramas fructíferas cortas, cercanas al tallo principal, con arquitectura en forma de pino, hojas pequeñas y pigmentación roja. Se determinaron las características siguientes: longitud de fibra mediante el fibrógrafo, resistencia utilizando el estelómetro y la finura medida por el micronaire. Los resultados indican que la población bajo estudio presenta amplia variabilidad fenotípica para rendimiento y calidad de fibra con 74% de genotipos con fibra uniforme, de corta a media, que son las de mayor demanda en el mercado, 86% del total con resistencia de 86,000 a 96,000 lb in⁻², que satisface lo requerido por la industria textil y con 69% del total de los genotipos estudiados con índice micronaire, de 3.5 a 4.9, conocida como calidad "premium".

Palabras clave: *Gossypium hirsutum* L., población base, rendimiento, fibra, longitud, resistencia, finura.

ABSTRACT

In the Comarca Lagunera Northern Mexico, the cropping of upland cotton *Gossypium hirsutum* L. is carried out under such limiting factors as water shortage, inadequate water management, insufficient fertilization, inadequate pests and disease control and poor genetic expression of varieties now in use. To overcome these problems, a basic population for breeding including 250 genotypes, was founded during 1991; the genotypes came from the F_2 segregating crosses, initiated by combining six commercial varieties in a diallel fashion. The genotypes were chosen from 105 plots, 20 plants each, selecting 2 to 3 plants per plot, qualifying for high yield, short fruitful branches, pine tree type plants, shorter leaves, red pigmentation and high quality of fiber. The characterization of the foundation population through measures of yield (coarse cotton based on grams per plant), fibrograph lecture for fiber length, stelometer press for fiber strength and micronaire indication for fiber fineness, showed a wide phenotypic variability for yield and the most important quality characteristics, underlying 74% of genotypes with short to medium uniform fiber. Those traits are commonly demanded by industry, 86% with resistance level from 86000 to 96000 lb in⁻² which fulfilled the requirements of the textil industry and 69% of the total genotypes evaluated with a micronaire index ranged from 3.5 to 4.9 known as a premium quality.

Key words: *Gossypium hirsutum* L., foundation population, yield, fiber length, strength, fineness.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del algodón en la Comarca Lagunera (norte de México) se da en un contexto de limitantes agrícolas, entre las que destacan: escasez de agua, uso inadecuado del agua de riego, fertilización deficiente, excesivo combate de plagas y enfermedades, y pobre expresión genética de las variedades utilizadas en la región, significada por rendimientos de algodón pluma que no superan 1.8 t ha

Con estudios realizados en el campo agrícola experimental de la Laguna (Quirarte *et al.*, 1975; Nava, 1980; Tovar, 1980) para solucionar la problemática anterior, se llegó a recomendar el sistema de siembra de alta densidad y tres riegos de auxilio en el que demostraron que la incidencia de enfermedad causada por *Verticillium dahliae* K. disminuyó aproximadamente en 28%, cuando se incrementó la población de plantas por hectárea y se disminuyó el número de riegos de auxilio con respecto al sistema tradicional, que es de 55,000 plantas por hectárea y cuatro riegos de auxilio. Además, las bellotas aceleraron su madurez, con lo cual se logró eludir el ataque de gusano rosado, debido a que éste “prefiere” bellotas tiernas, así como el ataque de gusano bellotero al final del ciclo. Se redujo también el ciclo del cultivo en 10 días y el rendimiento fue 10% más que el de la siembra de algodón en el sistema tradicional. Todo esto aunado al beneficio adicional del ahorro de una aplicación de insecticida.

Palomo (1983) explica que una estrategia a seguir en el control integrado de plagas del algodón consiste en utilizar variedades que posean

características genéticas de resistencia o tolerancia a las principales plagas en la región (*Heliothis zea*, *Heliothis virescens*, *Pectinophora gossypiella* y *Anthonomus grandis*). Entre las características que confieren cierto grado de resistencia a estas plagas se pueden mencionar: ausencia de nectarios extraflorales, lisura en las partes vegetativas de la planta (tallos, hojas y terminales), brácteas frego, plantas de color rojo y precocidad.

Con el propósito de aportar soluciones a esta problemática, se obtuvo durante 1991 una población base constituida por 105 genotipos (Puente y Palomo, 1992) que conjunta características tales como: altos rendimientos, precocidad, resistencia a enfermedades alta calidad de fibra, porte bajo y características morfológicas que le permitan a la planta evitar o disminuir la oviposición de insectos, el alojamiento o la alimentación. Los progenitores de la población base son producto, en su mayoría, de cruza trilineales, dobles y simples, lo cual les confiere una amplia variabilidad genética y características altamente deseables.

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar muestras de 250 genotipos en cuanto a sus propiedades estadísticas en las variables: rendimiento de algodón en hueso, longitud, resistencia y finura de la fibra de algodón.

MATERIALES Y MÉTODOS

La población base se generó a partir de seis progenitores, como sigue:

Cuadro 1. Material genético progenitor de la población base o fundadora

Progenitor	Características
Adjura	Color rojo, brácteas frego, lisura en partes vegetativas, ausencia de nectarios, tardía.
Cian precoz	Precoz, porte bajo, resistente a <i>Verticillium</i> , hoja pequeña.
Nazas 87	Compacta, alta resistencia a viruela.
Laguna 89	Semiprecoz, resistente a <i>Verticillium</i> , rendidora.
Cian 95	Semiprecoz, alta calidad de fibra.
1756-71-41-3-2	Porte bajo, compacta.

De los seis progenitores iniciales se obtuvo la primera recombinación mediante un cruzamiento dialélico (equivalente al diseño 4 de Griffing), con 15 cruza F_1 posibles; las F_1 autofecundadas no se consideraron, dado que el propósito del dialélico fue sólo la recombinación de progenitores.

La siembra de los progenitores se realizó en abril de 1990 en terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coah. (UAAAN-UL), en dos surcos de 4 m de longitud y distancia entre hileras de 0.90 m, y entre plantas de 0.40 m. La siembra fue espaciada con el propósito de que las plantas expresaran su potencial genético en el tipo de planta. Los cruzamientos se realizaron en un período de cinco semanas desde el 12 de junio al 14 de julio de 1990, por la mañana, de 8:00 a 10:00, período en el que existe la mayor cantidad de flores adecuadas. La polinización se realizó en forma manual emasculando las primeras flores (que presentan más alta probabilidad de amarre de cruza) en botones florales, cuyos pétalos aún están cerrados y el grano de polen está aún inmaduro (coloración no amarilla). Se emasculó la flor y se protegió el estilo y

estigma con un popote de 2.5 cm de largo, cerrado en el extremo superior. Minutos después se colocaron en el interior del popote de 6 a 10 anteras del progenitor masculino, logrando de esta forma la polinización manual. De cada cruz se logró un promedio de 80 % de bellotas amarradas, obteniéndose alrededor de 150 semillas F_1 de cada una de las 15 cruzas posibles.

La segunda recombinación (segundo cruzamiento dialélico) se realizó durante 1991 en Tepalcingo, estado de Morelos, en el campo experimental "Dr. Mario E. Castro Gil" de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, sembrándose cada una de las 15 F_1 en 4 surcos de 4 m de longitud, con una distancia entre hileras de 0.90 m y entre plantas de 0.40 m.

Los cruzamientos se realizaron en cuatro semanas comprendidas del 15 de febrero al 15 de marzo de 1991, obteniéndose las 105 cruzas posibles, descartándose las F_1 autofecundadas.

Para cada una de las 105 F_1 se realizaron 30 cruzamientos (repeticiones), con un promedio de 75% de amarre de bellotas mezclando las semillas de cada cruz respectiva.

La siembra del material resultante se llevó a cabo en el campo experimental de la UAAAN-UL en abril de 1992, en el que cada una de las 105 F_2 se sembraron en 2 surcos de 4 m de longitud con distancias iguales a las descritas con anterioridad; de estos materiales se seleccionaron 105 plantas, una de cada parcela F_2 , con ramas fructíferas cortas y hojas pequeñas, brácteas frego y plantas de color

rojo en hojas, tallo y brácteas, libres de *Verticillium dahliae* K. y arquitectura de planta en forma de pino.

Cada una de las 105 plantas seleccionadas aportó 40 semillas, las cuales se mezclaron para sembrarse en el campo experimental de la UAAAN-UL el 25 de marzo de 1996, en 105 parcelas de 2 surcos de 3 m de longitud con una distancia entre hileras de 0.90 m y entre plantas de 0.30 m, con 40 semillas sembradas por parcela, 2 semillas por golpe de siembra, y aclarando a 20 plantas por parcela; de cada parcela se seleccionaron de 2 a 3 plantas dando un total de 250 genotipos con base en características de planta tales como: sanidad respecto a *Verticillium dahliae* K., ramas fructíferas cortas cercanas al tallo principal, sin ramificaciones laterales y hojas pequeñas, arquitectura de planta en forma de pino, con pigmentación roja en haz y envés de pedúnculo y tallo, las cuales fueron cosechadas individualmente. A cada planta se le determinó el rendimiento de algodón hueso (peso en gramos del total de capullos por planta) y las características de calidad de fibra (longitud, resistencia y finura), las cuales se realizaron en el laboratorio de fibras del Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Agrícola Experimental de la Laguna del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP).

Procedimientos para determinar la calidad de la fibra

Finura: es el grosor o diámetro de la fibra y el grado de madurez; se determinó mediante el aparato micronaire (Sheffield, Reg. U. S. Pat. off Daytonl, Ohio, U. S. A.), de acuerdo con la clasificación señalada en el Cuadro 2.

Longitud de fibra: se realizó con el fibrógrafo (430 Fibrograph Spinlab Knoxville, Zurich), aparato que mide electrónicamente la característica y se expresa usualmente en pulgadas y milímetros, de acuerdo con la carta de clasificación descrita en el Cuadro 3.

Resistencia del algodón: indica la fuerza que puede soportar una fibra antes de romperse y se determina utilizando el estelómetro (Stelometer model 154 M. Spinlab, Zurich, Switzerland). La característica se expresa en miles de libras por pulgada cuadrada de fibra, utilizando la clasificación del Cuadro 4.

Una planta seleccionada representa un genotipo (condición autógama de la especie), contándose con datos en 249 de los 250 previstos (una muestra fallida). En cada genotipo se practicaron las medidas de rendimiento y las tres características de calidad. Los estadísticos media y desviación estándar se calcularon para cada variable a partir de un conjunto de 249 datos. La información disponible sobre el tipo de acción génica que gobierna a las características de calidad, indica que es de naturaleza dominante (Verhalen y Murray, 1967; 1969; Quisenberry, 1975), aunque algunos investigadores la ubican como aditiva (Miller y Mariani, 1963; Omran *et al.*, 1974; Quisenberry, 1975; El-Feki *et al.*, 1995).

Cuadro 2. Finura de la fibra de algodón

Índice de Micronaire (lectura)	Clasificación
menor de 3.0	muy fina
de 3.0 a 3.9	fina
de 4.0 a 4.9	intermedia
de 5.0 a 5.9	gruesa
mayor de 6.0	muy gruesa

Cuadro 3. Longitud de fibra de algodón

Lectura del fibrógrafo	Pulgadas	Milímetros	Clasificación
95	31/32	24.1	corta
97	31/12	24.6	corta
98	1	24.9	corta
101	1	25.7	corta
102	1 1/32	25.9	intermedia
107	1 1/16	27.2	intermedia
110	1 3/32	27.9	intermedia
113	1 1/8	28.7	larga
116	1 5/32	29.5	larga
119	1 3/16	30.2	larga
122	1 7/32		larga
126	1 1/4	32	larga
129	1 9/32	32.8	larga
132	1 5/16	33.5	larga

Con el propósito de describir mejor el comportamiento de la distribución de frecuencias de las características bajo estudio, se corrieron pruebas de normalidad a través del procedimiento univariado del SAS (SAS Institute,1985); la opción normal genera una prueba estadística para la hipótesis nula acerca de que los datos son una muestra aleatoria de una distribución normal $PROB < W =$ prueba de Shapiro-Wilk o $PROB > D =$ Prueba de Kolmogorov. Se desecha la H_0 cuando el valor es < 0.10 , indicando que los datos no tienen una distribución normal.

Se aplicaron transformaciones a los datos muestrales: raíz cuadrada, angular (arco seno) y logarítmica con el propósito de corroborar si éstas resuelven la falta de normalidad de los datos.

Cuadro 4. Resistencia de la fibra de algodón

Resistencia (miles de lbs/pulgada cuadrada)	Clasificación
más de 95	muy fuertes
86 a 95	fuertes
76 a 85	medias
66 a 75	aceptables
menos de 65	débiles

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento. Las características estadísticas de los datos de esta variable se presentan en el Cuadro 5 (datos originales y transformados en logaritmos de base 10) y en la Fig. 1 (datos originales). En ésta, se puede apreciar que plantas con rendimiento de 49 a 72g representan el 10.5%; de 96 a 164 g el 67%; de 187 a 279 g el 20.5% y aquéllas con rendimiento de 301 a 407g representan sólo el 2% del total de plantas seleccionadas. Estos valores extremos influyeron en la distribución de los datos, provocando un sesgo a la derecha de la distribución de frecuencias, tal como se ubica a partir de la media con valor de 156.17, estadístico más común y usualmente la mejor medida de tendencia central. Esto se corrobora por el valor del momento m_4 (kurtosis de 2.41) de un valor positivo con respecto al coeficiente de kurtosis de una distribución normal; al realizar la prueba de normalidad en estos datos se rechazó la hipótesis nula ya que $\text{Prob} < W=0$, es decir la distribución no es normal.

Cuadro 5. Medidas descriptivas de 249 genotipos de algodónero a través de cuatro características de importancia económica

Estadístico	Rendimiento ¹ (g)		Longitud ² (mm)	Resistencia	Finura
	Orig.	Transf.			
Media	156.17	2.16	28.39	88.94	3.86
Desviación estándar	60.18	0.16	0.83	3.26	0.56
Coef. de variación	38.54	7.43	7.43	3.67	14.40
Error estándar de la media	3.81	0.01	0.05	0.20	0.03
Sezgo (Skewness)	1.26	- 0.01	0.08	0.39	0.31
Kurtosis	2.41	7.43	0.71	0.12	0.28
W: Normal	0.92	0.98	0.98	0.96	0.97
Prob < W	0.00	0.52	0.21	0.00	0.00

¹ Rendimiento (algodón - hueso) en datos originales y de transformación logarítmica base 10.

² Longitud, resistencia y finura (de fibra) en datos originales.

La falta de normalidad de la variable rendimiento pudiera deberse a los diversos criterios de selección aplicados al escoger las plantas individuales, en el que se le dio mayor peso al tipo de arquitectura, dejándose a término secundario el peso total de bellotas. La arquitectura incluye forma de planta y tipo de ramas fructíferas; la planta l tipo pino tiene mayor probabilidad de captación de la radiación solar y la planta con ramas fructíferas cercanas al tallo principal, son indicadoras de mayor rendimiento. Perry *et al.*, (1983) encontraron que las tasas fotosintéticas brutas y netas fueron mayores en variedades con mayor carga fructífera, comparada con plantas similares con pocos frutos. Por otra parte, la mayor cantidad de fibra se cosecha de capullos de sitios de ramas fructíferas cercanos al tallo principal (Jenkins *et al.*, 1990; Kerby *et al.*, 1987).

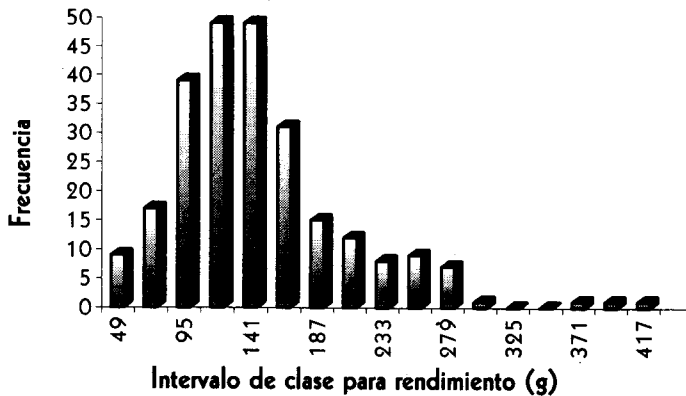


Fig.1 Histograma de frecuencia para rendimiento de algodón de 249 genotipos seleccionados

Los estadísticos para rendimiento indican una gran dispersión de datos, facilitando la selección inicial de los genotipos, los cuales se representaron por: plantas con estructura en forma de pino y pigmentación roja, ramas fructíferas cortas más cercanas al tallo principal y de hoja pequeña, esto último con la finalidad de llegar a mayor número de plantas por unidad de superficie, lo que permitirá contar con una población mayor, más flores y mayores posibilidades de incrementar rendimientos y reducción del ciclo de cultivo.

Es común que se apliquen transformaciones a datos muestrales que resuelven su falta de normalidad. Las más comunes son: raíz cuadrada, angular (arco seno) y logarítmica; en el caso de rendimiento, la transformación logarítmica fue la única que propició la normalidad de los datos. Como puede observarse en el Cuadro 5, el CV de los datos originales se ubica entre 20 y 80%, lo que permite

suponer, de acuerdo a los cánones estadísticos, que alguna transformación pudiera influir el comportamiento de los datos hacia normalidad.

Longitud de fibra. La longitud es una de las cualidades más importantes de la fibra, los estadísticos descriptivos de los datos (sólo originales) de esta variable se presentan en el Cuadro 5, su frecuencia en los intervalos de clase en la Fig. 2. Los datos de plantas seleccionadas determinan la distribución de los datos, infringiéndole un ligero sesgo a la derecha de la distribución de frecuencias, lo cual se aprecia al ubicar la media con valor de 28.39; esto es corroborado por el valor del momento m_4 (kurtosis) de 0.71 (Cuadro 5) de un valor positivo con respecto al coeficiente de kurtosis de una distribución normal, es decir los datos presentan una distribución normal.

La población que se caracterizó presenta valores económicos importantes en cuanto a la calidad de la fibra, significando que 74% de genotipos presentan longitud de fibra uniforme, de dimensiones clasificadas como “corta” a “media,” que son las de mayor demanda en el mercado.

Por otra parte, la población incluye 26% de genotipos de fibra larga que son buscadas para producir telas y prendas de vestir de alta calidad aunque con menos demanda en la industria.

El conocimiento de acción génica que gobierna a las variables de calidad, Verhalen y Murray (1967; 1969) indican que es dominante para la longitud fibra. Prado y Palomo (1975) reportan para esta característica el mismo tipo de acción génica. Sin embargo, en otros estudios Miller y Mariani (1963), Omran *et al.*,

(1974), Quisenberry (1975), El-Feki *et al.*, (1995) reportan que para la longitud de fibra predominó la varianza genética aditiva.

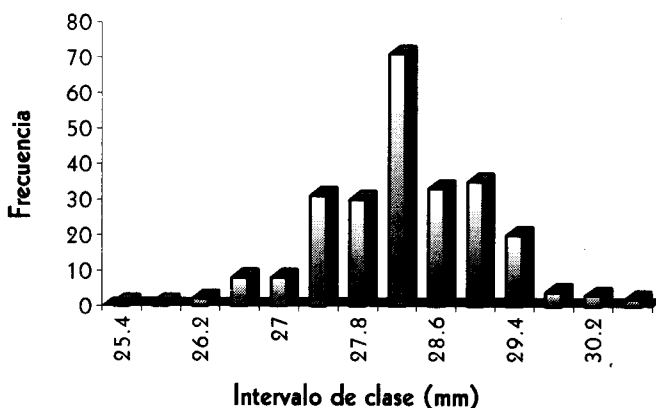


Fig. 2 Histograma de frecuencia para la característica longitud de fibra de 249 genotipos

Bajo este marco teórico se corrió la prueba de normalidad resultando que la Prob. $< W = 0.21$ (Cuadro 5) permite aceptar la hipótesis de normalidad en la distribución de los datos de longitud de fibra, lo cual pudiera ser un indicio de acción génica aditiva en la característica de la población integrada en este trabajo.

Resistencia. La resistencia es una característica muy importante para la industria textil debido a la cada vez más sofisticada maquinaria, cuyo principal componente es la velocidad de trabajo.

Las características estadísticas de los datos (sin transformar) de esta variable se presentan en el Cuadro 5 y cuya distribución de frecuencias se presenta en la Fig. 3.

Aquí puede observarse que 85% del total de los genotipos seleccionados (con base en la clasificación Cuadro 4) presentaron resistencia de 86,000 a 95,000 libras por pulgada cuadrada, lo cual satisface lo requerido por la industria textil que demanda fibras fuertes a muy fuertes.

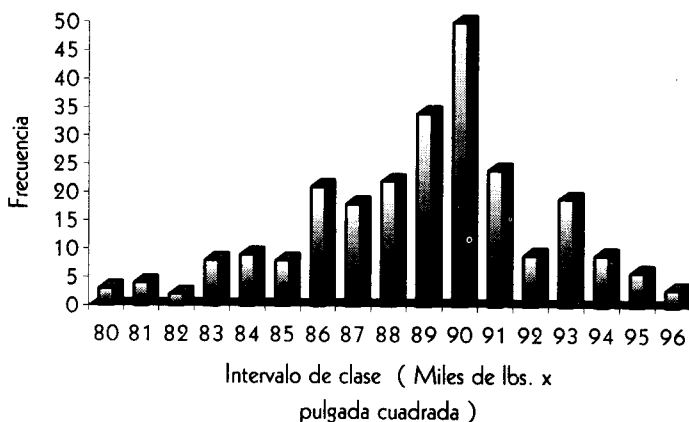


Fig. 3. Histograma de frecuencias resistencia de fibra en 249 genotipos seleccionados de algodón

La prueba de normalidad aplicada rechaza la hipótesis nula sobre distribución normal, indicando un sesgo a la izquierda y aplanamiento de la curva muy notoria. Ninguna de las transformaciones corrigió el caso anormal de esta variable.

Esta característica estadística tiene concordancia con el tipo de acción génica que Verhalen y Murray (1967; 1969) indican como dominante para la

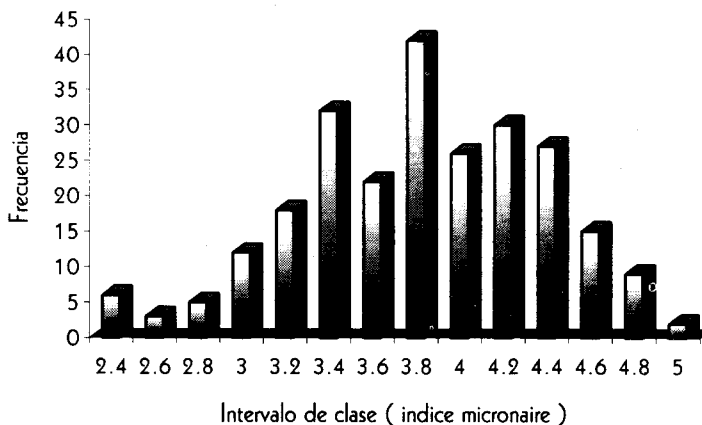


Fig. 4. Histograma de frecuencias finura en 249 genotipos seleccionados de algodónero

El valor del coeficiente de variación para estos datos viene a corroborar el caso de que si el CV es menor de 20 o superior de 80, será improbable que alguna de las transformaciones aplicadas pudiera ajustar los datos hacia una distribución normal.

CONCLUSIONES

Los 249 genotipos seleccionados presentaron una amplia variabilidad fenotípica para las características rendimiento en hueso y calidad de fibra (longitud, resistencia y finura) lo cual permite proyectar la viabilidad de generar nuevos materiales (variedades, híbridos) que superen a los actuales.

Las pruebas de normalidad en el conjunto de 249 genotipos indican que esta propiedad está presente en rendimiento (transformación logarítmica) y en longitud de fibra (mm); ninguna transformación aplicada a los datos de resistencia y finura de fibras presentaron indicios de normalidad, lo cual es concordante con el tipo de acción génica dominante que se ha encontrado para estas variables.

LITERATURA CITADA

- El-Feki, T. A., F. B. Abdel-Razik, M. A. M. Ghorab and G. M. L. Emam. 1995. Heterosis and combining ability in top crosses of cotton. Proceeding Beltwide. Cotton Production Research Conference: 588-590.
- Jenkins, J. N., J. C. McCarty and W. L. Parrot 1990. Effectiveness of fruiting sites in cotton Yield. Crop Sci. 30:365-369.
- Kerby, T. A., M. Keeley and S. Johnson 1987. Growth and development of acala cotton Bull. Calif. Agric. Exp. Stn. 1921.
- Miller, P. A and B. A. Mariani. 1963. Heterosis and combining ability in diallel crosses of upland cotton *Gossypium hirsutum* L. Crop Sci 3:441-444.
- Nava C., U. 1980. Combate de plagas en altas poblaciones de algodonoero Resúmenes día del algodonoero. CAELALA-CIAN--INIFAP. SARH. Torreón, Coahuila, México. pp: 15-20.

- Omran, A. O., A. E. El-ganayni and H. Galal. 1974. Heterosis and combining ability in crosses between *Gossypium hirsutum* and *Gossypium barbadense*. Proceeding Beltwide Cotton Production Research Conference pp: 192-209.
- Palomo G., A. 1983. Características genéticas de resistencia a plagas del algodón. Seminario Técnico Vol. 8 (8) CAELALA CIAN-INIFAP-SARH, Torreón, Coahuila, México.
- Palomo G., A. y R. Prado M. 1975. Estimación de parámetros genéticos y su uso en el mejoramiento genético del algodón. Seminario Técnico Vol. 2 (7) CAELALA CIAN-INIFAP-SARH. Torreón, Coahuila, México.
- Perry, S.W., D.R. Kreig and R.B. Hutmacher. 1983. Photosynthetic rate control in cotton. Photorespiration. Plant Physiol. 73: 662-665.
- Puente M., J. L. y A. Palomo G. 1992. Formación de una población base de algodón mediante cruzamientos dialélicos a partir de germoplasma de amplia base genética. p.p 473. XIV Congreso Nacional de Fitogenética, Sociedad Mexicana de Fitogenética, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 4 - 9 Octubre, 1992. (Resumen).
- Quirarte R., H. y J. A. Bordallo N. 1975. Efecto del número de riegos de auxilio, población de plantas y fertilización nitrogenada con combate químico de plagas sobre la fenología del algodón en San Pedro, Coah. p. 1308-1345. Informe de investigación Agrícola en la Comarca Lagunera. Instituto nacional de Investigaciones Agrícolas, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México.

- Quisenberry, J. E. 1977. Inheritance of plant height in cotton II. Diallel analyses of six semidwarf strains. *Crop Sci.* 17 (3):347-350.
- SAS Institute. 1985. SAS user's guide. Statistics. 5th ed. Sas Inst., Cary, NC.
- Snedecor, W. G. y G. W. Cochran. 1989. Statistical Methods, 8th edition, The Iowa State University Press. Ames, Iowa. U.S.A.
- Tovar H. S. 1980. Análisis económico del nuevo sistema de producción de algodón con altas poblaciones y tres riegos de auxilio. Resúmenes día del algodonoero. CAELALA-CIAN-SARH. pp. 21-25. Torreón, Coahuila, México.
- Verhalen, L. M. and J. C. Murray. 1967. A diallel analysis of several fiber property traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L) *Crop Sci.* 7:501-505.
- _____. 1969. A diallel analysis of several fiber property traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) *Ibid.* 9:311-315.