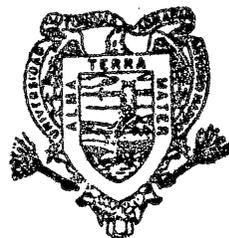


**ASOCIACION DE CARACTERISTICAS AGRONOMICAS
CUANTITATIVAS CON LAS DE FIBRA EN
UNA POBLACION DE ALGODON**

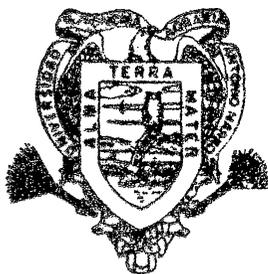
JOSE LUIS PUENTE MANRIQUEZ

T E S I S

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
DOCTOR EN CIENCIAS
EN FITOMEJORAMIENTO**



**BIBLIOTECA
ECIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.**



**Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

MARZO DEL 2001

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

ASOCIACIÓN DE CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS
CUANTITATIVAS CON LAS DE FIBRA EN UNA POBLACIÓN
DE ALGODÓN

TESIS

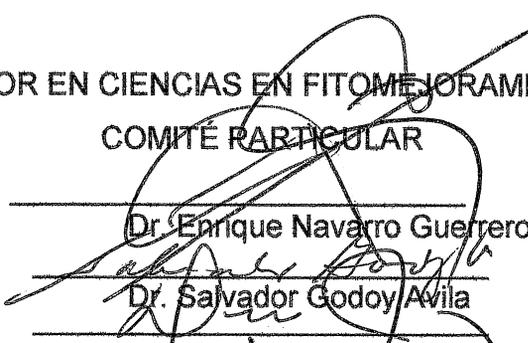
POR

JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

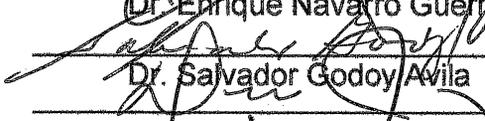
Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y
aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN FITOMEJORAMIENTO
COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:


Dr. Enrique Navarro Guerrero

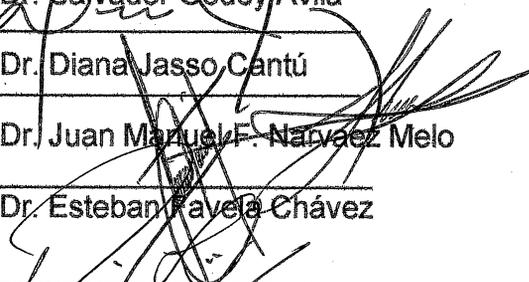
Asesor:


Dr. Salvador Godoy Avila

Asesor:

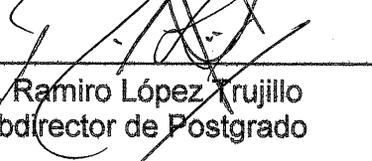
Dr. Diana Jasso Cantú

Asesor:


Dr. Juan Manuel F. Narváez Melo

Asesor:

Dr. Esteban Favela Chávez


Dr. Ramiro López Trujillo
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo , Coahuila, México Junio de 2001

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Enrique Navarro Guerrero, por su valiosa orientación, enseñanza y apoyo que me brindó durante mis estudios de Doctorado así como su interés mostrado en el transcurso del manejo del experimento hasta la conclusión del presente trabajo.

Al Dr. Salvador Godoy Avila, por la colaboración en la revisión y aportaciones al presente trabajo.

A la Dra. Diana Jasso Cantú, por su amistad y valiosa colaboración y sugerencias al escrito para su mejor presentación.

Al Dr. Juan Manuel F. Narváez Melo, por su contribución en mi formación académica y orientación en mi trabajo de investigación.

Al Dr. Esteban Favela Chávez, por su confianza y apoyo mostrado en la realización de esta investigación.

DEDICATORIA

A mi Dios Jehová: Quien ha oído mi voz y mis súplicas; porque ha inclinado a mí su oído.

A mi esposa Cristina: Quien es mi corona por ser una mujer virtuosa.

A mis hijas Maribel y Liliana: Quienes aman a Jehová con todo su corazón, con toda su alma y con todas sus fuerzas.

A mi madre Carlota: a quien he honrado y he visto cumplida en mi vida el primer mandamiento con promesa.

“Señor, digno eres de recibir la gloria y la honra y el poder; porque tú creaste todas las cosas, y por tu voluntad existen y fueron creadas”.

Apocalipsis 4.11

COMPENDIO

ASOCIACIÓN DE CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS
CUANTITATIVAS CON LAS DE FIBRA EN UNA POBLACIÓN DE ALGODÓN

POR

JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

DOCTOR EN CIENCIAS
EN FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIONARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAH. MÉXICO. JUNIO 2001

Ph. D. ENRIQUE NAVARRO GUERRERO -Asesor-

Palabras Clave: Componentes de rendimiento; *Gossypium hirsutum*; Numero de fibras/superficie de área de semilla unitaria; Peso de fibra/superficie de área de semilla unitaria; correlaciones; análisis de sendero.

El presente trabajo experimental consistió en evaluar 248 genotipos de algodón y dos variedades testigo (Deltapine 80 y Deltapine 50) durante dos años en 1997 y 1998 en Torreón Coah. México, con los siguientes objetivos:

1. Estudiar la variabilidad para diferentes características cuantitativas de componentes de rendimiento. 2. Determinar las asociaciones entre los componentes de rendimiento de fibra entre genotipos de algodón que varían en sus características de calidad de fibra. 3. Detectar las características cuantitativas que contribuyen directa e indirectamente al rendimiento de algodón/ m² y calidad de fibra a través de un estudio de coeficientes de sendero.

El peso de fibra/unidad de superficie de área de semilla (L/AS) y el número de fibras/unidad de superficie de semilla (F/AS) son los componentes más básicos donde cada fibra de algodón es una extensión de la pared de la epidermis de una célula.

Los componentes de rendimiento de L/AS lo componen: F/AS, longitud de fibra (LON), índice micronaire (MIC) y presentan correlaciones de MIC con L/AS, LON con L/AS, y de F/AS con L/AS con valores de 0.034 , 0.083, 0.747** respectivamente, estas asociaciones permiten identificar a F/AS como el componente más básico de rendimiento de mayor importancia, la correlación simple sugiere que un incremento en F/AS resulta en un alto incremento de L/AS.

Correlaciones de numero de semillas por cápsula (S/B) con L/AS y F/AS presentaron valores negativos de -0.206*, y -0.150 respectivamente. Con estos valores resultaría lógico esperar una reducción de semillas por cápsula, sin embargo seleccionar hacia F/AS conduciría hacia una reducción de numero de semillas de menor magnitud.

Las correlaciones de peso de fibra por capullo (L/B) con S/B y F/AS presentan valores de 0.622**, 0.477** respectivamente, seleccionar hacia un incremento de S/B y F/AS existe una alta correlación en ambas hacia un mayor L/B lo cual es deseable.

Correlaciones de rendimiento de fibra por metro cuadrado (LY/M^2) con L/B y numero de cápsulas por metro cuadrado (B/M^2) muestran valores de 0.232*, 0.851** respectivamente, el componente de rendimiento de B/M^2 es el de mayor importancia para la obtención de mayor LY/M^2 .

El análisis de sendero es una herramienta estadística que permite la partición del coeficiente de correlación dentro de sus componentes tal que muestra que factores contribuyen a la correlación observada.

El análisis de coeficiente de sendero de L/AS y sus 3 componentes de rendimiento F/AS, LON, MIC, indica que F/AS fue el de mayor influencia con un efecto directo de 1.2185 y se corrobora con una correlación simple altamente significativa de 0.747*. Micronaire fue el componente de influencia intermedia de L/AS con un valor directo de 0.7105. Longitud fue el componente de influencia mas baja en L/AS con un valor directo de 0.3604.

El análisis de coeficiente de sendero de L/B y sus dos componentes de rendimiento L/AS y S/B, indican que ambos tienen una influencia importante en L/B con efectos directos de 0.7907 y 0.7885 respectivamente.

El análisis de coeficiente de sendero de LY/M^2 y sus dos componentes de rendimiento L/B y B/M^2 , indica que B/M^2 fue el de mayor influencia con un efecto directo de 0.9221, este alto valor se corrobora con la correlación simple de mas alto valor y significativo de 0.851**. L/B presento una menor influencia

en LY/M² con un efecto directo de 0.3963. La correlación simple entre estas dos variables fue la segunda en importancia de 0.232*.

De los 248 genotipos evaluados en este estudio se aplicó una presión de selección del 10 por ciento resultando 25 genotipos sobresalientes. La selección se realiza por el mayor número de fibras/superficie de área de semilla (F/AS) desde un rango de 14085 a 15895, con fibras de mayor longitud (LON) desde un rango de 27.0 a 29.5, con el mayor número de semillas / capullo (S/B) desde 29 a 36, con el mayor número de capullos / área de un rango (B/M²) desde 89 a 130, con valor de micronaire no alto (MIC) desde un rango de 3.9 a 4.5 y con fibras resistentes (RES) de un rango desde 82 a 87.5 mil libras por pulgada cuadrada.

ABSTRACT

ASSOCIATION OF QUANTITATIVE VEGETATIVE CHARACTERISTICS WITH THOSE OF FIBER IN A COTTON POPULATION

BY

JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

DOCTOR IN SCIENCES IN PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAH. MÉXICO. JUNE 2001

Ph. D. ENRIQUE NAVARRO GUERRERO -Adviser-

Key words: Yield components of *Gossipium hirsutum*,
fibers/unit seed surface área, lint weight/unit seed
surface, correlations, path coefficient.

The present experimental work consisted of evaluate 248 cotton genotypes and two varieties test (Delta pine 80 and Delta pine 50) for two years in 1997 1998 in Torreón Coah. México, with the following objectives: 1. to study the variability for different characteristic quantitative of yield components. 2. to determine the associations among the components of lint yield among genotypes of diverse cotton that vary in parameters of lint quality. 3. to detect the quantitative characteristics that contribute direct and indirectly to the yield and quality of cotton lint / m² through a study of path coefficients.

The lint weight/unit seed surface area (L/AS) and fibers/ unit seed surface area (F/AS) they are the most basic components where each cotton fiber is an extension of the wall of the epidermis of a cell.

The yield components of L/AS: F/AS, longitude of fiber (LON), index micronaire (MIC) and they present correlations of MIC with L/AS, LON with L/AS, and of F/AS with L/AS with values of 0.034, 0.083, 0.747** respectively, these associations allow to identify F/AS like the most basic of yield component and more importance, the simple correlation suggests that an increment in F/AS is in a high increment of L/AS.

Correlations of seeds for boll (S/B) with L/AS and F/AS presented negative values of -0.206*, and -0,150 respectively. These values would be logical wait for a reduction of seeds for boll, however select toward F/AS would guide toward a reduction minor of number of seeds.

The correlations of lint weight for boll (L/B) with S/ B and F/AS presents values of 0.622**, 0.477** respectively, select toward an increment of S/B and F/AS exists a high correlation in both toward an increase L/B which is desirable.

Correlations of yield lint for square meter (LY/M2) with L/B and bolls for square meter (B/M2) they show values of 0.232*, 0.851** respectively, the yield component B/M2 is more importance for increase LY/M2.

The analysis of path is a tool statistics that permit the partition of the coefficient of correlation within their components that sample that factors contribute to the observed correlation.

The analysis of coefficient of path of L/AS and their 3 yield components F/AS, LON, MIC, indicates that F/AS was greater influence with a direct effect of 1.2185 and is corroborated with a simple correlation highly significant of 0.747*. Micronaire was the component of intermediate influence of L/AS with a direct value of 0.7105. Longitude was the component of lower influence in L/AS with a direct value of 0.3604.

The analysis of coefficient of path of L/B and their two yield components L/AS and S/B, they indicate that both have an important influence in L/B with direct effects of 0.7907 0.7885 respectively.

The analysis of coefficient of path of LY/ M2 and their two yield components L/B and B/M2, indicate that B/M2 was greater influence with a direct effect of 0.9221, this high value is corroborated with the simple correlation of higher value and significant of 0.851**. L/B presents a minor influence in LY/M2 with a direct effect of 0.3963. The simple correlation between these two variables was the second in importance of 0.232*.

From the 248 genotypes evaluated in this study applied a pressure of selection of the 10 per cent being 25 excellent genotypes. The selection is carried out for higher F/AS from a range of 14085 to 15895, higher LON from a range of 27.0 to 29.5, higher S/B from 29 to 36, higher B/ M2 from 89 to 130, with value of micronaire not high (MIC) from a range of 3.9 to 4.5 and with resistant fibers (RES) of a range from 82 to 87.5 thousand pounds for square inch.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS _____	xiv
INDICE DE FIGURAS _____	xvi
1. INTRODUCCIÓN _____	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA _____	4
Componentes de Rendimiento _____	4
Asociaciones de Rendimiento, Componentes de Rendimiento y Calidad de Fibra _____	14
Posiciones Fructíferas y su relación con Rendimiento y Calidad de Fibra de Algodón _____	18
Reducción en Crecimiento, Floración y Retención de Frutos _____	24
Herencia de los Componentes de Rendimiento _____	28
Coeficientes de Sendero _____	30
3. MATERIALES Y MÉTODOS _____	35
Localización del experimento _____	36
Material genético _____	36
Diseño experimental _____	37
Análisis de correlaciones _____	42
Análisis de coeficientes de sendero _____	42
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____	48
Análisis de varianza _____	48
Coeficientes de correlación _____	56
Coeficientes de sendero _____	62
Selección de genotipos _____	68

5. CONCLUSIONES	87
6. RESUMEN	89
7. LITERATURA CITADA	91
APÉNDICE	101

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°.	Página
3.1	Material genético progenitor de la población base o fundadora. _____ 35
3.2	Forma del análisis de varianza látice _____ 39
3.3	Forma del análisis de varianza látice combinado. _____ 40
4.1	Cuadrados medios del análisis de varianza látice de variables de componentes de rendimiento de fibra de 250 genotipos de algodón evaluados en 1997. _____ 48
4.2	Cuadrados medios del análisis de varianza látice de variables de componentes de rendimiento de fibra de 250 genotipos de algodón evaluados en 1998. _____ 49
4.3	Cuadrados medios del análisis de varianza Combinado de variables de componentes de rendimiento de fibra de 250 genotipos de algodón evaluados en 1997-98. _____ 52
4.4	Medidas descriptivas de variables de componentes de rendimiento de fibra de 250 genotipos de algodón evaluados en 1997-98. _____ 53
4.5	Correlaciones fenotípicas entre variables de componentes de rendimiento de la fibra de algodón de 250 genotipos evaluados en 1997-98. _____ 57
4.6	Análisis de coeficientes de sendero de peso de fibra/superficie de área de semilla (L/AS) y sus componentes. _____ 64
4.7	Análisis de coeficientes de sendero de peso de fibra/capullo (L/B) y sus componentes. _____ 66

4.8	Análisis de coeficientes de sendero de rendimiento de fibra/metro cuadrado (LY/M ²) y sus componentes.	67
4.9	Selección de los 25 mejores genotipos y sus Características de F/AS, F/S, LON, RES, MIC, AS	69
4.10	Selección de los 25 mejores genotipos y sus Características de L/AS, L/S, S/B, LY/B, B/M2, LY/M2	71
4.11	Medidas descriptivas de variables AS, LON, MIC, RES, F/S, L/S de 25 genotipos evaluados en 1997-98.	71
4.12	Medidas descriptivas de variables S/B, F/AS, L/AS, L/B B/M2, LY/M2 de 25 genotipos evaluados en 1997-98.	71
4.13	Concentrado de mapeo de planta de 25 genotipos de los 250 genotipos de algodón evaluados en 1997-98.	86

INDICE DE FIGURAS

Figura N°.	Página
2.1	Diagrama de sendero para 5 variables independientes. _____ 31
4.1	Componentes de rendimiento de fibra y sus relaciones en algodón upland _____ 55
4.2	Correlación de Número de fibra / área de semilla con Rendimiento de fibra / área de semilla. _____ 58
4.3	Correlación de Número de semillas / capullo S/B con Peso de fibra / semilla L/S. _____ 60
4.4	Correlación de capullos por metro cuadrado con rendimiento de fibra por metro cuadrado. _____ 60
4.5	Correlación de Capullos por metro cuadrado con Peso de fibra / semilla L/S. _____ 61
4.6	Diagrama de sendero mostrando relaciones causales de rendimiento de (a) F/AS, LON, MIC, con L/AS, (b) L/AS, S/B con L/B, (c) L/B, B/M ² con LY/M ² . _____ 63
A.1	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo Del genotipo 215. _____ 102
A.2	Capullos promedio por nudo del genotipo 215. _____ 102
A.3	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo Del genotipo 227. _____ 103
A.4	Capullos promedio por nudo del genotipo 227. _____ 103
A.5	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo Del genotipo 186. _____ 104

A.6	Capullos promedio por nudo del genotipo 186. _____	104
A.7	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo Del genotipo 210. _____	105
A.8	Capullos promedio por nudo del genotipo 210. _____	105
A.9	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo Del genotipo 248. _____	106
A.10	Capullos promedio por nudo del genotipo 248. _____	106
A.11	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo Del genotipo 165. _____	107
A.12	Capullos promedio por nudo del genotipo 165. _____	107
A.13	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo Del genotipo 171. _____	108
A.14	Capullos promedio por nudo del genotipo 171. _____	108
A.15	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 146. _____	109
A.16	Capullos promedio por nudo del genotipo 146. _____	109
A.17	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 149. _____	110
A.18	Capullos promedio por nudo del genotipo 149. _____	110
A.19	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 80. _____	111
A.20	Capullos promedio por nudo del genotipo 80. _____	111

A.21	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 121. _____	112
A.22	Capullos promedio por nudo del genotipo 121. _____	112
A.23	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 203. _____	113
A.24	Capullos promedio por nudo del genotipo 203. _____	113
A.25	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 110. _____	114
A.26	Capullos promedio por nudo del genotipo 110. _____	114
A.27	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 137. _____	115
A.28	Capullos promedio por nudo del genotipo 137. _____	115
A.29	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 124. _____	116
A.30	Capullos promedio por nudo del genotipo 124. _____	116
A.31	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 120. _____	117
A.32	Capullos promedio por nudo del genotipo 120. _____	117
A.33	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 238. _____	118
A.34	Capullos promedio por nudo del genotipo 238. _____	118
A.35	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 163. _____	119
A.36	Capullos promedio por nudo del genotipo 163. _____	119
A.37	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 201. _____	120
A.38	Capullos promedio por nudo del genotipo 201. _____	120

A.39	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 106.	121
A.40	Capullos promedio por nudo del genotipo 106.	121
A.41	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 100.	122
A.42	Capullos promedio por nudo del genotipo 100.	122
A.43	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 234.	123
A.44	Capullos promedio por nudo del genotipo 234.	123
A.45	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 225.	124
A.46	Capullos promedio por nudo del genotipo 225.	124
A.47	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 180.	125
A.48	Capullos promedio por nudo del genotipo 180.	125
A.49	Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 221.	126
A.50	Capullos promedio por nudo del genotipo 221.	126

1. INTRODUCCIÓN

El algodón es el material agrícola industrial producido en bruto más importante del mundo, y el que lleva la delantera en la industria textil. Proporciona una rica fuente de aceite para el consumo humano y un alimento rico en proteínas para el ganado. Al menos 190 millones de personas de países en desarrollo derivan todo o parte de sus ingresos económicos del cultivo del algodón. Unas 60 millones de personas dependen del procesamiento del algodón.

El valor agrícola del algodón es aproximadamente de 20 billones de dólares en todo el mundo. Los países en desarrollo siembran unas tres cuartas partes del área total de algodón (aproximadamente 24 millones de hectáreas) de los 77 países en donde el algodón se desarrolla, 68 son países en desarrollo. De acuerdo a la FAO en 1991 los países en desarrollo produjeron aproximadamente 13.6 millones de toneladas métricas de fibra de algodón comparados a los 7 millones de toneladas métricas producidas en los países desarrollados. Desde 1960 la producción de algodón mundial ha tenido un incremento significativamente alto con las ganancias registradas en los países en desarrollo que registran una ganancia de 110 por ciento entre 1960 y 1989.

Existen cuatro tipos principales de algodón domesticado y muchas especies y subespecies, todas originadas en los países en desarrollo.

Gossypium arboreum y *Gossypium herbaceum* son nativos de Africa y Asia, en contraste *Gossypium barbadense* y *Gossypium hirsutum* evolucionaron en América. *Gossypium hirsutum* es también conocido como algodón Upland, contribuye sobre un 90 por ciento de la producción actual del mundo y es usado en la manufactura de un amplio rango de productos textiles.

El algodón comercial *Gossypium hirsutum* L. es nativo de México y América Central donde puede ser encontrado creciendo como un árbol o arbusto silvestre. El algodón es una planta perenne con un hábito de crecimiento indeterminado, que ha sido adaptado para producción comercial como un cultivo anual. Aunque frecuentemente crece en áreas húmedas o irrigadas es clasificado como una xerófila (planta adaptada a vivir en un clima árido). La variación en hábito de crecimiento entre genotipos de algodón permite agrupar las variedades dentro de clases "determinadas" e "indeterminadas". Las variedades determinadas son generalmente clasificadas como precoces o de ciclo corto, y las variedades indeterminadas son referidas a las tardías o de ciclo largo. El ciclo de vida del cultivo del algodón es el curso de crecimiento en el cual la planta se desarrolla. Para propósitos de manejo del cultivo comercialmente, el ciclo de vida de un cultivo de algodón puede ser dividido dentro de las siguientes cuatro fases: (1) Vegetativa, emergencia de la plántula a la aparición del primer cuadro (27 a 38 días), (2) Juvenil, del primer cuadro al la primera flor (20 a 25 días), (3) Reproductiva, primera flor a una reducción pronunciada en crecimiento, floración y retención de fruto denominada en el idioma inglés por "Cutout" (20 a 30 días), (4) Maduración, de la reducción

pronunciada en crecimiento, floración y retención de fruto a maduración y cosecha (30 a 40 días).

El cultivo del algodnero en la Región Lagunera (Norte de México ubicada en parte de los estados de Coahuila y Durango), se da en un contexto de limitantes agrícolas, entre la que destacan: escasez de agua, uso inadecuado del agua de riego, fertilización deficiente, inadecuado combate de plagas y enfermedades y baja expresión genética de las variedades utilizadas en la región.

En esta investigación se evaluaron 248 genotipos de algodón con los siguientes objetivos:

- 1.- Estudiar la variabilidad para diferentes características cuantitativas de componentes de rendimiento.
- 2.- Determinar las asociaciones entre los componentes de rendimiento de fibra entre genotipos de algodón que varían en sus características de calidad de fibra.
- 3.- Detectar las características cuantitativas que contribuyen directa e indirectamente al rendimiento y a la calidad de fibra de algodón/ m² a través de un estudio de coeficientes de sendero.
- 4.- Identificar el 10 por ciento de los genotipos sobresalientes para el mayor rendimiento y calidad de fibra de algodón/ m² .

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Esta revisión discutirá las investigaciones más relevantes realizadas con relación a los Componentes de rendimiento en algodón (*Gossypium hirsutum* L.); Asociaciones de rendimiento y Componentes de rendimiento y Calidad de fibra; Posiciones fructíferas en rendimiento y Calidad de fibra de algodón; Reducción en crecimiento, floración y retención de frutos (capullos); Herencia de los componentes de rendimiento; Coeficiente de sendero en los componentes de rendimiento.

Componentes de Rendimiento

Richmond (1962) resumió la filosofía de investigación del algodón de la siguiente manera: "La solución de problemás complejos, partiendo de solución de fases pequeñas del problema, es una técnica experimental de valor comprobado en el tiempo". El incrementar el rendimiento de algodón es uno de esos problemás complejos que se han atacado más bien totalmente que en una serie de partes pequeñas.

Kerr (1966) presentó un modelo de rendimiento en algodón que agrupa los conceptos para solucionar este gran problema complejo de incrementar el rendimiento en una serie de unidades pequeñas más manejables, él adaptó al

algodón los modelos de rendimiento geométricos desarrollado por ganancias pequeñas. El modelo de rendimiento de algodón en hueso de Kerr (1966) es equiparado al volumen de un paralelepípedo rectangular con tres dimensiones: X para capullos/unidad de área (B/A), Y para semilla/capullo (SB), y Z para algodón en hueso/semilla (SCS). Algodón en hueso/semilla(eje Z) es dividido dentro de dos fracciones, peso de la fibra/semilla (L) y peso de semilla/semilla (S), de tal manera que el rendimiento de fibra lo expresó por el volumen (XYL), Este mismo investigador señaló que los componentes mayores de rendimiento de algodón son: capullos por unidad de área, semillas por capullo y fibra por semilla respectivamente, sin embargo los componentes son aún complejos y el modelo puede ser aun mas dividido en otros componentes para hacerlo mas efectivo.

Maner *et al.* (1971) con el modelo de rendimiento propuesto por Kerr (1966) Resaltó la importancia del eje (X) y la influencia de los ejes (Y) y (Z) en la contribución al rendimiento, y concluyeron que la mayor ganancia en mejorar el rendimiento puede ser hecha ejerciendo una presión de selección para más capullos por unidad de área (eje X), Dicho investigador calculo los componentes de rendimiento utilizando las siguientes ecuaciones:

Rendimiento de algodón en hueso en gramos por metro cuadrado

$$(YSCM^2) = \text{Rendimiento de parcela (g) / área de parcela (m}^2) \quad (1)$$

Capullos por metro cuadrado

$$(BM^2) = SCM^2 / (\text{peso de capullos en gramos}) \quad (2)$$

Semillas por capullos

$$(SB) = \text{Peso de capullo (100-L\%)} / \text{índice de semilla} \quad (3)$$

Algodón en hueso por semilla

$$(SCS) = \text{Peso de capullo} / SB \quad (4)$$

Fibra por semilla

$$(LS) = SCS (L\%) \quad (5)$$

Peso de semilla por semilla

$$(SWS) = \text{Índice de semilla} / 100 \quad (6)$$

Rendimiento de fibra en gramos por metro cuadrado

$$(LYM^2) = YSCM^2(L\%) \quad (7)$$

Worley *et al.* (1976) propone un diagrama de flujo con el propósito de dividir las fracciones complejas de S (semilla) y L (fibra) de los ejes Z,Y,X, del modelo de Kerr (1966). Esta representada S y L en el diagrama de flujo como SWt / S y es el producto del volumen de la semilla (V/S) y su peso/volumen (Wt/V). L esta representada en el diagrama de flujo por LY/S y es el producto del número de fibras/semilla (F/S) y el peso / fibra (Wt / F). Al dividir Wt/F es el producto de la longitud promedio de la fibra (ML) y el peso promedio / longitud unitaria (Mic.).

El rendimiento de fibra/semilla (LY/S) puede ser expresada por la siguiente ecuación:

$$LY / S = F/S \times ML \times Mic. \quad (1)$$

La semilla es la entidad morfológica básica del rendimiento de fibra. Botánicamente la fibra es un subproducto de la semilla. Sin embargo este subproducto es considerablemente más importante que la semilla.

El eje Y del modelo de Kerr (1966) es el producto del número de semillas/loculo (S/L) y el número de loculos/capullo (L/B). El rendimiento de semillas/capullo (SY/B) es el producto de semillas / capullo (S/B) y el peso de semillas/semilla (SWt/S). En muchas variedades de algodón upland existen predominantemente cuatro o cinco loculos/capullo tal que S/B puede ser considerado como una unidad.

El rendimiento de fibra/capullo (LY/B) puede ser expresada por la extensión de la ecuación para rendimiento de fibra / semilla como sigue:

$$LY/B = S/B \times F/S \times ML \times Mic. \quad (2)$$

El eje X es subdividido en el diagrama de flujo en sus componentes, el número de plantas/ unidad de área (P/m^2) y el número de capullos/ planta (B/P).

El rendimiento de fibra / unidad de área (LY/m^2) puede ser expresado por la extensión de la ecuación para LY/B como sigue:

$$LY/m^2 = B/m^2 \times S/B \times F/S \times ML \times Mic. \quad (3)$$

Ellos mencionan que esta ecuación viene a ser el modelo para el rendimiento de fibra el cual puede ser usado en los programas de investigación del mejoramiento del algodón y practicas culturales.

Estos autores presentan además las siguientes ecuaciones las cuales fueron usadas para el cálculo de otros componentes de rendimiento:

Rendimiento de algodón en hueso en g/m^2 (SCY/m^2):

$$SCY/m^2 = \text{Rendimiento por parcela (g)} / \text{Área de la parcela (m}^2) \quad (4)$$

Capullos/ m^2 (B/m^2)

$$B/m^2 = (SCY/m^2) / (\text{g/ capullo}) \quad (5)$$

Semillas/capullo (S/B)

$$S/B = (\text{g/ capullo}) (100-LP) / \text{Índice de semilla} \quad (6)$$

Algodón hueso/semilla (SCS)

$$\text{SCS} = (\text{g/ capullo}) / (\text{S/B}) \quad (7)$$

Fibra/semilla (L/S)

$$\text{L/S} = \text{SCS} \times \text{LP} \quad (8)$$

Peso de semilla/semilla (SWt/S)

$$\text{SWt/S} = \text{Índice de semilla}/100 \quad (9)$$

Rendimiento de fibra en g/m² (LY/m²)

$$\text{LY/m}^2 = (\text{SCY/m}^2) \times (\text{LP}) \quad (10)$$

Número de fibras/semilla (F/S)

$$\text{F/S} = (\text{L/S}) / (\text{ML}) \times (\text{Mic.}) \quad (11)$$

Coyle y Smith (1997) calculan los componentes de rendimiento del capullo de acuerdo al modelo de rendimiento ontogénico de Worley *et al.* (1976) y son los siguientes:

Conversión de Mic. (CM) =convierte micronaire a gramos por metro

$$\text{CM} = (\text{HVI micronaire}) (39.37 \times 10^{-6}) \quad (1)$$

Longitud promedio de fibra (ML) = convierte unidades de pulgadas a metros

$$ML = (UI) (UHM) / 39.37 \quad (2)$$

Superficie de área / semilla (SA/S)

$$SA/S = \text{Tabla de Hodson (1920)} \quad (3)$$

Fibra de algodón en hueso / Semilla (LC/S)

$$LC/S = (SCS) (LP/100) \quad (4)$$

Numero de Fibras/semilla (F/S)

$$F/S = (LC/S) / (ML) (CM) \quad (5)$$

Numero de Fibras / superficie de área de semilla unitaria (F/AS)

$$F/AS = (F/S) / (SA/S) \quad (6)$$

Peso de la fibra/semilla (L/S)

$$L/S = (F/S) (ML) (CM) \quad (7)$$

Peso de la fibra / superficie de área semilla unitaria (L/AS)

$$L/AS = (F/AS) (ML) (CM) \quad (8)$$

Estos autores consideran que Peso de la fibra / superficie de semilla unitaria (L/AS) y las Fibras/superficie de área (F/AS) pueden ser los componentes de rendimiento en el capullo más básicos donde cada una de las fibras del algodón es una extensión de una célula epidérmica de la pared de la semilla.

Meredith *et al.* (1975) compararon métodos de muestreo selectivo y no selectivo en 14 variedades de algodón con el propósito de determinar como influyen en la determinación de rendimiento, componentes de rendimiento y propiedades de la fibra, resultando que el muestreo selectivo obtuvo los rendimientos superiores (4.4 por ciento), porcentaje de fibra (4.4 por ciento), peso de capullo (15.2 por ciento), índice de semilla (2.5 por ciento), índice de fibra (10.0 por ciento), y n° de semillas por capullo (9.5 por ciento), y el valor más bajo en el componente de n° de capullos por ha. (12.8 por ciento). En la calidad de la fibra con el método selectivo resulta superior: longitud, uniformidad, resistencia, micronaire fue de 2.8, 3.3, 2.8, 8.0 por ciento mayor que el método no selectivo; Las tendencias de estos resultados coinciden con lo reportado por Culp y Harrel (1972) quienes generalmente observaron una calidad de fibra superior cuando las muestras tuvieron mayor libertad en la selección de capullos; Estos datos también concuerdan con Worley y Pate (1963) quienes reportaron que el promedio de longitud de fibra, resistencia y micronaire para 20

capullos hechos en un muestreo fue significativamente superior que los obtenidos en muestras de 160 capullos si se asume que hay mayor oportunidad para selectividad con muestras de 20 capullos que con 160 capullos.

El rendimiento y calidad de fibra en algodón Upland *Gossypium hirsutum* L. están interrelacionados a través de una serie de componentes individuales (Kerr, 1966; Maner *et al.*, 1971; Worley *et al.* 1974,1976) que incluyen número de capullos por unidad de área de terreno, longitud promedio de fibra y peso de fibra así como una serie de componentes dentro del capullo (fibra/capullo, semillas /capullo, fibra/semilla, fibras/semilla, peso de la fibra/semilla, superficie de área de la semilla, fibras/unidad de superficie de área, longitud promedio de fibra, peso de fibra/ unidad de superficie de semilla). Coyle y Smith (1997) coinciden en que el número de capullos /unidad de área de terreno es el que hace la mayor contribución al total de rendimiento de fibra, sin embargo es de importancia para los mejoradores entender las relaciones entre los componentes de rendimiento en el capullo y así el mejorador pueda manipular estos con los parámetros de calidad de la fibra tales como longitud y peso en un propósito de alcanzar genotipos con calidad y rendimientos superiores.

Existen numerosos estudios que han reportado las relaciones entre varios componentes del rendimiento de fibra y rendimiento por unidad de área del terreno: Worley *et al.* (1974) reportaron que el número de capullos por unidad de área del terreno fue la mayor contribución al rendimiento de fibra seguido por el número de semillas/capullo, y fibra/semilla. Wells y Meredith (1984) reportaron que el número final de capullos por unidad de área fue positivamente

correlacionada con la producción de fibra de 12 variedades de algodón liberadas entre 1905 y 1978.

Meredith (1985) indica que la fibra por capullo el cual es afectada por el porcentaje de fibra (fibra/algodón en hueso) y tamaño de capullo, puede también afectar el rendimiento de fibra. El número de capullos producidas por unidad de área es el producto del número de flores abiertas producidas y el porcentaje de flores que se desarrollan en capullos abiertas.

Stewart y Kerr (1974) indican que seleccionando solo para porcentaje de fibra para incrementar el rendimiento podría reducir la longitud de fibra y tamaño de la semilla. Culp y Harrell (1975) reportan que manteniendo solo un alto porcentaje de fibra fue necesario para asegurar altos rendimientos de fibra, indican además estos autores que la selección para tamaño de capullo y tamaño de semilla podría influenciar positivamente el rendimiento de fibra, especialmente, si el mejorador selecciona para capullos medianos y pequeños con el mayor número posible de semillas pequeñas en cada capullo y manteniendo un porcentaje alto de fibra. Harrell y Culp (1976) reportan que un mayor número de semillas en el capullo fue deseable debido a una mayor cantidad de superficie de área para la producción de fibra en el capullo y sugieren que el mejorador podría seleccionar para el número de capullos por unidad de área de terreno, más semillas/capullo, mayor superficie de área de semilla/unidad de peso de semilla, e incrementar el peso de la fibra/unidad de superficie de la semilla.

Asociaciones de Rendimiento, Componentes de Rendimiento y Calidad de Fibra

Varios estudios han sido reportados en la asociación de rendimiento de fibra en algodón upland y la calidad de la fibra.

Meredith y Bridge (1971) recomiendan un método de mejoramiento que incorpore apareamientos, basados en sus conclusiones que más que ligamiento pleiotropia fue la causa para la correlación negativa entre rendimiento y resistencia de la fibra. Culp y Harrell (1975) mencionan que la longitud de fibra y resistencia generalmente disminuyen con incrementos en los rendimientos de fibra.

Harrell y Culp (1976) mencionan que de numerosas cruzas entre variedades comerciales fueron difícil encontrar plantas con altos rendimientos y niveles deseables de resistencia, longitud y finura de fibra.

Miller (1965) y Scholl y Miller (1976) demostraron asociaciones significativas negativas entre rendimiento de fibra total y calidad de fibra, mientras que para rendimiento de fibra total y porcentaje de fibra, capullos/planta, micronaire, y elongación de fibra el tipo de asociación fue positivo. Correlaciones negativas fueron reportadas para el rendimiento total de fibra y peso de capullo, índice de semilla, longitud de fibra, y resistencia de fibra. Sin embargo Culp y Harrell (1975) y Culp *et al.* (1979) reportan que rompieron estas relaciones negativas entre rendimiento de fibra y calidad de fibra en su

programa de desarrollo de germoplasma ya que reportaron un éxito en el mejoramiento simultáneo en rendimiento de fibra y resistencia al hilado y longitud de fibra.

Green y Culp (1990) reportan sus resultados del mejoramiento simultáneo de rendimiento, calidad de fibra y resistencia al hilado en algodón upland bajo un diseño de apareamiento dialélico de cinco padres y mencionan que las mediciones de resistencia al hilado son costosas y requieren una muestra de fibra grande, realizándose éstas hasta estados más avanzados de prueba. Sin embargo es necesario hacer una selección individual efectiva de las características de las fibras en las generaciones tempranas a producir germoplasma para mejoramiento de resistencia al hilado en generaciones posteriores, estos autores detectaron dos progenitores en los cuales un mejoramiento simultáneo en rendimiento y resistencia al hilado puede ser esperado de cruzas entre esos padres lo cual mostró una evidencia de rompimiento del ligamiento no favorable y que permita un mejoramiento simultáneo de rendimiento, calidad de fibra y resistencia al hilado en algodón.

Worley *et al.* (1974) presentan correlaciones para rendimiento y componentes de rendimiento en el que indican una asociación significativamente alta entre capullos/m² y rendimiento de fibra/m². El rango de valores del coeficiente de correlación fue de 0.92 a 0.97. S/B y L/S presentan un coeficiente de correlación considerablemente de magnitud más baja con el rendimiento de fibra. El coeficiente de correlación entre S/B y L/S son fuertemente ($r = -0.47$ a

-0.55) negativas desde un punto de vista biológico esto es razonable. El tamaño de la semilla disminuye cuando el número de semilla por capullo incrementa. Tal como lo indican por un r de -0.47 a -0.55 para tamaño de semilla y número de semilla por capullo. Una semilla más pequeña produce menos fibra por semilla que una semilla más grande dentro de estos datos; $r = -0.43$ a -0.50 para peso de semilla y fibra por semilla.

Worley *et al.* (1976) al presentar un modelo ontogenético del rendimiento del algodón presentan los coeficientes de correlación de componentes de rendimiento de fibra en el que indican que un incremento en F/S esta asociado con una disminución tanto en longitud de fibra (ML) como en el micronaire. LY/S muestra una fuerte asociación positiva con F/S y una débil asociación negativa con micronaire. S/B mostró una correlación negativa baja (pero significativamente alta) con LY/S y F/S . Generalmente cuando S/B incrementa, el tamaño de la semilla disminuye, tal que esa relación refleja el desarrollo ontogenético del capullo. LY/B mostró una relación positiva alta a LY/S y una relación positiva pequeña a S/B , F/S , y micronaire. B/m^2 mostró una asociación negativa y significativa con todos los componentes de LY/S , siendo la correlación más alta de B/m^2 con F/S , esta correlación negativa más alta con F/S indica que incrementando el número de fibras /semilla puede llevar a pocos capullos / unidad de área. También esta relación probablemente surge de la asociación negativa entre S/B y F/S .

Smith y Coyle (1997) indican que todos estos estudios han sido reportados en el rendimiento de fibra por planta o por una unidad de área, ellos

enfatan la necesidad de conocer las correlaciones de parámetros de calidad de fibra y los componentes de rendimiento más básicos en el capullo, y señalan que estos son peso de la fibra / superficie de área de semilla unitaria (L/AS) y el número de fibras /superficie de área de semilla unitaria (F/AS), en sus resultados mencionan una asociación positiva entre alto peso de fibra/semilla (L/S) y por superficie de área de semilla unitaria (L/AS) con alto porcentaje de fibra (LP), esas conclusiones son lógicas donde el porcentaje de fibra es preferentemente un componente de rendimiento de fibra que una simple medición del peso de producción de fibra en relación al peso de producción de semilla para cualquier unidad de producción. Estos autores encuentran la misma asociación entre las 15 poblaciones F1. Sin embargo cuando el rendimiento es definido como el número de fibras/semillas (F/S) o F/AS, la asociación con LP no es tan fuerte con los progenitores o entre las poblaciones F1, estos datos sugieren que la complejidad del peso de los componentes donde un incremento en longitud o peso/ unidad de longitud de fibra podría contribuir a un LP superior pero puede ser asociado con una disminución en el número de fibras que produce la semilla. Esto quedó demostrado con la asociación positiva de los componentes de peso de la fibra, L/S, y L/AS y la longitud de la fibra pero presentó una asociación negativa con F/S y F/AS, por lo que esas correlaciones sugieren que en la selección para incrementar la longitud podría resultar en una disminución de las fibras producidas y un incremento en el peso de las fibras producidas. En estos resultados se encontró una asociación positiva de micronaire con el peso de la fibra en el capullo. Sin embargo estos investigadores mencionan que cuando el

rendimiento fue definido en base al número de fibras producidas en el capullo, los incrementos en micronaire fueron asociados con una disminución en el número de fibras. Ambos de estos resultados aparentemente resultan contradictorios pero son lógicos. Incrementar micronaire o peso de fibra por longitud, lógicamente podría incrementar el peso de una fibra individual producida si la longitud fuera mantenida constante. De otro modo, si el genotipo de la planta programa a la planta a producir una fibra grande y larga esta podría disponer de la producción de pocas fibras. Esto es si hay una redistribución de energía o carbohidratos costaría a la planta el producir una fibra más larga y grande que el costo que podría ser el producir pocas fibras. La asociación negativa de micronaire y F/S y F/AS argumenta esta suposición.

Smith y Coyle (1997) también presentan otras asociaciones de interés, incluyen la correlación del número de semillas /capullo (S/B) y LP con resistencia, y micronaire. La Resistencia de la fibra fue negativamente asociada con ambos LP y S/B indicando que la selección para fibras largas y resistentes podría resultar en pocas S/B, también reduciría el rendimiento potencial en el capullo por la reducción del total de la superficie de área de la semilla.

Posiciones Fructíferas y su relación con Rendimiento y Calidad de Fibra de Algodón

El sitio fructífero es un componente importante del manejo del cultivo debido a la importancia que tiene en el rendimiento, calidad de fibra, un manejo

eficiente y control de plagas así como en los programa de mejoramiento en la selección para algodones con altos rendimientos con calidad de fibra mejorada

Jenkins *et al.* (1990a) describe una serie de términos con relación a los sitios de fructificación: A. Rama Simpodica - Rama fructífera, B. Rama monopodica - Rama vegetativa, C. Nudo - Lugar en el tallo principal donde las ramas simpodicas y monopodicas emergen, iniciándose la numeración con el nudo del cotiledón como el Número 1, D. Posición - El orden en el cual los botones (capullos potenciales) son producidas en una rama simpodia. La posición 1 se refiere a la primer capullo potencial en cualquier o todas las ramas simpodiales. E. Sitio fructífero - Nudo especifico - posición combinada.

Jenkins *et al.* (1990b) comparó ocho variedades para la efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos. Los capullos en la posición 1 en ramas simpodiales produjeron de 66 a 75 % y capullos en la posición 2 produjeron 8 a 21 % del rendimiento total. Las ramas simpodiales que emergen del tallo principal en el nudo seis hastal ocho fueron las más importantes en rendimiento en las variedades de maduración precoz

Jenkins *et al.* (1990a) cuantificó el porcentaje de grupo de capullos y peso de capullos por sitios de fructificación en una población de algodón encontrando que el porcentaje de plantas con capullos a cosecha en la primera posición en una rama simpoidal incrementó de 9.6 por ciento en el nudo 6 a 48.7 por ciento en el nudo 12 disminuyendo en nudos posteriores, y en la segunda posición varió de 0.2 a 21.2 por ciento. Menos del 5 por ciento de los capullos de las plantas maduraron en la tercera posición. Los porcentajes de plantas con

el máximo pico de producción de capullos a cosecha fue en el nudo 11, 9 y 8 para la posición 1, 2, 3 respectivamente, sin embargo para las variedades precoces (DPL 50, DPL 20 DES 119) muchas plantas retuvieron un capullo en el nudo 6 hasta 8 que en las variedades ST 213. El autor menciona que la información sobre fructificación por posiciones y nudos puede guiar a los mejoradores para formar variedades precoces y altamente rendidoras.

Sequeira y El-Zik (1991) determinaron el patrón de fructificación de 6 variedades y contrastaron la contribución a rendimiento y propiedades de calidad de fibra asociada con cada sitio de capullos bajo dos regímenes de agua encontrando que el más alto grupo de capullos fue en la posición 1 (57 por ciento) seguido por la posición 2 (25 por ciento). El grupo de capullos en la posición 1 fue significativamente superior en el tratamiento bajo riego no óptimo que bajo el riego óptimo. El grupo de capullos fue igual entre los regímenes de riego en la posición 2. Estos investigadores mencionan que la fibra producida en la posición 1 de la rama fructífera fue significativamente más larga que las fibras producidas en las posiciones 2 o 3. El estrés de agua a la mitad de la estación redujo significativamente la longitud de la fibra en las tres posiciones de la rama fructífera. La fibra producida en los nudos inferiores fue significativamente más larga que aquéllos producidos en las posiciones de nudos superiores. La fibra más resistente fue producida en la posición 1 de la rama fructífera y entre los nudos 5 y 7. El estrés de agua a la mitad de la estación no tuvo un efecto significativo en la resistencia de la fibra para capullos producidos en las posiciones 2 y 3 de la rama fructífera. El estrés de agua redujo

significativamente el micronaire con una reducción substancial (0.1 a 1.7 unidades) observada en la posición 2, y la reducción más baja fue observada en la posición 3 de la rama fructífera. El valor micronaire fue consistente a lo largo de los nudos del tallo principal.

Godoy *et al.* (1996) cuantificaron el porcentaje de grupos de capullos en varios sitios fructíficos para construir mapas de plantas para cuatro variedades desarrolladas en la Comarca Lagunera, México. Notaron que para todas las variedades, la primera posición es siempre la más alta que para la segunda, tercera o cuarta posición. También notaron que para la primera posición existió más del 80 por ciento de plantas con capullo a cosecha en los nudos 7 - 13, 6 - 15, 6 - 14, 7 - 13. Estos investigadores pudieron observar para cada variedad se obtuvo de 63 – 73 por ciento de algodón producido de capullos en la primera posición, de 22 a 29 por ciento en la segunda posición y menos del 5 por ciento de algodón producido en la posición 3 y subsiguiente.

Constable (1991); Jenkins *et al.* (1990a), Kerby *et al.* (1987) reportan que bajo condiciones normales, mucha fibra es cosechada de capullos de algodón en sitios fructíferos de ramas simpodiales que de sitios distantes. Kerby *et al.* (1993), Heitholt y Schmidt (1994), indican que típicamente, la fibra de FP1 (primera posición fructífera) es más larga y más madura que la fibra de FP2 o FP3.

Numerosos estudios, (Kletter y Wallach, 1982; Kennedy *et al.*, 1986; Jones *et al.*, 1996b; Pettigrew *et al.*, 1992; Ungar *et al.*, 1987; Sadras, 1995), han cuantificado los efectos de remoción de frutos en el rendimiento o

propiedades de la fibra, aunque no han especificado el sitio FP de remoción, en ellos indican que los tratamientos de remoción de frutos de más bajo rendimiento generalmente incrementan la proporción de desarrollo vegetativo a desarrollo reproductivo. En los dos reportes de Jones *et al.* (1996a,b) los efectos del tiempo de selección de remoción de capullos en rendimiento, calidad de fibra y desarrollo vegetativo fueron estudiados. En el primer estudio, Jones *et al.* (1996a) encontró que la remoción de flores tardías (4^o semana de floración y posteriores) redujo el rendimiento pero incrementó el peso de capullo y micronaire en aproximadamente 10 por ciento. En el segundo estudio, Jones *et al.* (1996b), encontraron que la remoción de flores incrementó la proporción de la biomasa vegetativa a reproductiva indicando que esta proporción de incremento provee la existencia de cápsulas con un mayor potencial de asimilados por capsula.

Existen dos reportes de Pettigrew (1994 y 1995) sobre los efectos de remoción de frutos en el desarrollo de cápsulas y propiedades de la fibra cuando los FP de remoción fueron especificados. En uno de esos reportes Pettigrew (1994) menciona que una vez removidos todos los frutos FP2 de las plantas seleccionadas incrementa el peso de cápsulas, peso de semilla, retención de cápsulas, y semilla de cápsulas FP1 etiquetadas. El mismo autor el siguiente año encontró que este tratamiento también incrementó la resistencia de la fibra, longitud, micronaire, maduración, y espesor de la pared de la fibra de cápsulas FP1. Aunque esos estudios reportan los efectos de remoción de FP selectivas sobre características de cápsulas y calidad de fibra de cápsulas seleccionados,

hay reportes que explican cómo un tratamiento similar podría afectar el rendimiento, componentes de rendimiento, y calidad de fibra de una planta sola o de una comunidad de planta.

Tal es el caso de Heitholt (1997) que cuantificó el efecto de remoción de botones florales en sitios FP seleccionados, en el rendimiento, componentes de rendimiento y propiedades de la fibra, así mismo los comparó entre los sitios FP1,FP2, FP3. Los tratamientos que utilizó fueron (i) testigo (sin remociones),(ii) P1 cuadros removidos [FP2 y mayores (FP3,FP4, etc.)], (iii) P2 cuadros removidos [FP1 y FP3 (y mayores)], (iiii) P1P2 cuadros removidos FP3 y mayores. Encuentra este investigador que el tratamiento P1 forzó a un porcentaje mayor de cápsulas (82 por ciento vs. 68 por ciento) y significativamente más fibra (7 por ciento) es producida en el sitio FP. El tratamiento P1 proporcionó una situación fisiológica que favoreció un incremento de asimilados a cápsulas FP1. Los porcentajes de capullos cosechados de FP2 (42 por ciento) y FP3 (20 por ciento) fueron mayores en el tratamiento P2 que en los otros tratamientos. El número de capullos en FP2 Y FP3 para el tratamiento P2 fue mayor que el testigo. Sin embargo mencionan en sus conclusiones que la ganancia en micronaire y maduración atribuida a una u otra reducción de número de capullos FP2 o reducción de proporción relativa del número de capullos FP1 no parece ser una ventaja debido a que el mejoramiento en las propiedades de la fibra fue pequeña y no de importancia económica.

Reducción en Crecimiento, Floración y Retención de Frutos

Aún cuando el algodón (*Gossypium hirsutum* L.) es una planta indeterminada, muchas variedades muestran ciclos de crecimiento, floración y retención de frutos (cápsulas). Las tres actividades son altas al inicio de la fase reproductiva pero usualmente disminuyen con el incremento de la carga fructífera.

La disminución pronunciada en crecimiento, floración, y retención de cápsulas son comúnmente referidas como "Recorte", referidos en el idioma ingles como "Cut-out", Patterson *et al.* (1978). Este mismo investigador menciona que si el recorte ocurre antes del final del ciclo de crecimiento, el rendimiento puede ser abajo del que podría haber sido si el cultivo hubiera utilizado el ciclo de crecimiento completo.

Contrariamente Kittock *et al.* (1973) mencionan que el "Recorte" en el final del ciclo es deseable por que facilita la cosecha y priva a las plagas de insectos de una fuente de alimentos antes de que entren en diapausa.

Es importante conocer por que ocurre el "Recorte" en plantas de algodón. Las causas han sido sugeridas pero no han sido completamente entendidas. Ehlig y LeMert (1973) Indican que la carga de cápsulas aparece como el factor más importante; cuando las plantas llegan a ser cargadas con cápsulas, la tasa de crecimiento y floración es lenta y la retención de cápsulas disminuye. Patterson *et al.* (1978) concluyen que la carga de cápsulas ejerce una gran

influencia en el comportamiento de fructificación del algodón, y es el factor principal que controla el periodo del "Recorte" en las variedades que evaluaron.

Guinn (1985) explica que los efectos del "Recorte" pueden resultar de la competencia por fotosintatos, un cambio en su estado hormonal, o ambos. Guinn (1976) menciona que probablemente con el trabajo de Másón a principios de 1920, la teoría nutricional fue usada para explicar en gran parte la abscisión de cápsulas de plantas jóvenes de algodón, acorde a esta teoría, la planta de algodón únicamente retiene la cantidad de cápsulas que puede abastecer con nutrientes orgánicos.

Guinn (1976) menciona que las teorías nutricional y hormonal para el control de la abscisión de órganos fructíferos no son necesariamente contradictorias o exclusivas, sus resultados indican que un estrés nutricional incrementó la tasa de etileno en cápsulas jóvenes. Este etileno adicional es probablemente el factor causal en el incremento de la tasa de abscisión de cápsulas que ocurren cuando las plantas de algodón están sujetas a condiciones que promueven un estrés nutricional.

Guinn (1982) menciona que las cápsulas raramente se desprenden cuando han transcurrido más de 15 días después de la antesis. Sus resultados indicaron que la capacidad para la producción de etileno declino con la edad del fruto asociándola con un declive en la tasa de abscisión. La disminución de concentración de ácido absicico y etileno con la edad del fruto indican cambios en la síntesis de esas hormonas, especialmente en respuesta a estrés.

Guinn y Mauney (1984) explican que un déficit de agua puede reducir la retención de cápsulas, sus resultados muestran que la retención de cápsulas fue alta al inicio de la estación con potenciales de agua al mediodía de -1.4 a -1.9 MPa, pero disminuyó cuando el potencial de la hoja disminuyó abajo de -1.9 MPa. El déficit de agua disminuye el rendimiento, en parte por la reducción en la floración y en parte por la reducción en la retención de cápsulas.

Guin (1985) Menciona que el "Recorte" es un proceso mas que un evento abrupto. En donde todos los tres parámetros del "Recorte"(Crecimiento, Floración, y Retención de cápsulas) disminuyen gradualmente durante la estación; no paran abruptamente. Guin y Mauney (1984) Introducen el concepto de carga de cápsula activa, y esta basada en el supuesto que las cápsulas son parte de la carga de cápsula activa únicamente el tiempo en que compiten por fotosintatos. Guin (1985) Consideró como parte de carga de cápsulas activas, únicamente las cápsulas de entre 1 a 45 días de edad. Este mismo autor indicó que la carga de cápsula activa tuvo un efecto pronunciado en la retención de cápsulas. La retención de cápsulas empezó a disminuir tan pronto como las primeras fueron establecidas y disminuyo a un valor mínimo en los inicios de agosto. La retención de cápsulas empezó a incrementarse nuevamente tan pronto como las cápsulas empezaron a madurar y la carga de cápsulas activa empezó a decrecer.

Jones *et al.* (1996a) Mencionan que la pérdida de flores durante diferentes estados de antesis (inicio, medio y tardío) alteran subsecuentemente el desarrollo de la cápsula, desarrollo de la fibra y propiedades de la fibra. Ellos

encontraron que la remoción de flores al inicio de esta etapa (1 a 3 semanas) retarda el crecimiento de cápsulas pero no reduce significativamente el rendimiento. Por otra parte la remoción de flores después de la cuarta semana de producción de los mismos reduce significativamente el rendimiento total de fibra en un 13-33 por ciento. El micronaire fue la única variable afectada por la pérdida de flores, con un valor que se incrementa con la asociación de pérdida tardía de flores. Sus datos indican que la pérdida de flores tardías (4 semanas o más) es la más perjudicial al rendimiento.

La capacidad compensatoria del algodón la demuestran Ungar *et al* (1987). Ellos encontraron que una remoción de 120 cuadros/m² durante 2 semanas, 200 cuadros pequeños/m² durante 4 semanas, o 60 cápsulas pequeñas/m² durante dos semanas no reducen significativamente el rendimiento. Sin embargo remociones de 60 cápsulas grandes/m² durante dos semanas ó 30 cápsulas grandes/m² en una simple fecha reducen significativamente el rendimiento final entre 56 a 85 por ciento del rendimiento testigo. La remoción de 120 cuadros/m² en combinación con la remoción tardía de 30 cápsulas grandes/m² rindió un 94 por ciento del rendimiento del control cuando los cuadros los cuadros fueron removidos al inicio y un 79 por ciento del rendimiento del control cuando fueron removidos tardíamente. Ellos comprobaron que existe una compensación para cápsulas removidas tardíamente en la estación, esta es mejorada cuando precedan de una remoción de cuadros al inicio de la estación.

Herencia de los Componentes de Rendimiento

El desarrollo de las variedades de algodón es facilitado por el conocimiento de la heredabilidad de las características de interés.

Las estimaciones de heredabilidad de varias características son importantes en un programa de mejoramiento tal que los progresos esperados de la selección pueden ser determinados. Varios diseños experimentales pueden ser usados para su cálculo, sin embargo, las estimaciones de heredabilidad para componentes de rendimiento y calidad de fibra del algodón no han incluido sesgos o errores estándar y solo han sido determinadas por un número de genotipos limitados.

En algodón muchas estimaciones de heredabilidad han sido confiadas de experimentos dialélicos y de descendencia de padres las cuales implican selección a un número limitado de padres. Pocas estimaciones de errores estándares o sesgos han sido reportadas para rendimiento, componentes de rendimiento y heredabilidades de calidad de la fibra.

Manning (1956) estimó heredabilidad en sentido estrecho para rendimiento de fibra por planta, de 0.10 - 0.15 en seis generaciones de selección. Al-Jibouri, *et al.* (1958) uso un análisis de varianza aproximadamente de 92 progenies F3 de una cruce biparental simple desarrollada en dos localidades para estimar heredabilidad. Estimaciones de heredabilidad en sentido amplio para índice de fibra, porcentaje de fibra, peso por capullo, longitud y resistencia de fibra fueron: 0.59, 0.90, 0.77, 0.79, y 0.90, respectivamente. El correspondiente coeficiente genético de variación fue: 10.0, 4.7, 6.5, 2.1, y 8.7.

Miller *et al.* (1958), a partir de líneas derivadas de F4 Y F5 tres cruza biparentales diferentes estimaron varianzas y correlaciones genotípicas y fenotípicas entre características. Heredabilidades de 0.66 para rendimiento, 0.90 para porcentaje de fibra, 0.51 para peso de capullo, 0.90 para longitud de fibra y 0.86 para resistencia de fibra fueron calculadas.

Al-Rawi y Kohel (1969) usaron un dialélico completo de nueve variedades para investigar la acción génica en algodón. Heredabilidades para peso de capullo, y rendimiento fueron calculadas como 0.50 y 0.41, respectivamente.

Murray y Verhalen (1969) usaron F_2 y varianzas parentales para el cálculo de heredabilidad en sentido amplio, para rendimiento de fibra, extensión de longitud 2.5 por ciento, micronaire, y T_0 resistencia de fibra (g/tex) en 1961 y 1962. Observaron una considerable variación en la estimación de la heredabilidad para rendimiento de fibra (0.82 en 1961, 0.20 en 1962), extensión de longitud 2.5 por ciento (0.17 en 1961, 0.27 en 1962), micronaire (0.00 en 1961, 0.02 en 1962), y T_0 resistencia de fibra (0.10 en 1961, 0.24 en 1962). Heredabilidades basadas en el promedio de una parcela de experimentos establecidos en 1964 y 1965 fueron reportadas por los mismos autores con valores de 0.45 para rendimiento de fibra, 0.85 para extensión de longitud 2.5 por ciento, 0.37 para micronaire y 0.39 para T_0 resistencia de fibra.

Godoy (1984) estimó heredabilidades de 0.26 para algodón cosechado a segunda pizca y 0.13 para algodón cosechado a primera pizca. Obtuvo valores para la calidad de fibra de 0.27, 0.22, 0.17 para finura, resistencia y uniformidad,

respectivamente. Para rendimiento de fibra y semilla la heredabilidad fue de 0.60 y 0.40.

Myers y Bordelon (1995) usando 10 genotipos seleccionados aleatoriamente de una variedad de prueba experimental e involucrando tres fechas de cosecha fueron calculando heredabilidades, sesgos vía coeficiente genético de variación y errores estándar a través de fechas y para fecha de cosecha individual para componentes de rendimiento y calidad de fibra. A través de fechas de cosecha, las heredabilidades en sentido amplio y sus errores estándar asociados fueron: $0.29=0.16$, $0.18=0.19$, $0.22=0.14$, $0.14=0.13$, $0.30=0.18$, $0.09=0.80$, $0.34=0.22$, $0.47=0.16$ para porcentaje de fibra, peso de 100 semillas, peso de capullo, rendimiento de fibra, extensión de longitud 2.5 por ciento, índice de uniformidad, resistencia y elongación, respectivamente. Las heredabilidades fueron 0.32, 0.37, 0.22, 0.15, 0.446, 0.05, 0.81, y 0.81, respectivamente. Al micronaire tuvo una heredabilidad negativa y se asumió a cero. Estimaciones de heredabilidad de fechas de cosecha simple mostraron considerable fluctuación.

Coeficientes de Sendero

Hace ocho décadas que Wright (1921) creó una interpretación ingeniosa de la ecuación normal usada para resolver coeficientes de regresión parcial estandarizado en problema de regresión múltiple. Su enfoque fue especialmente

atractivo debido a que incluye una interpretación que es muy útil en explicar los cálculos requeridos así como su valor interpretativo.

Williams *et al.* (1990) mencionan que el coeficiente de análisis de sendero está basado en una estructura de correlaciones, las variables están estandarizadas (centradas en medias igual a cero y escala en unidades de desviaciones estándar). Entonces la regresión múltiple produce soluciones en coeficientes de regresión parcial estandarizada llamados coeficientes de sendero (p) y denominados también como “efectos directos”, en el diagrama de sendero están representadas por flechas de una punta (Fig. 2.1)

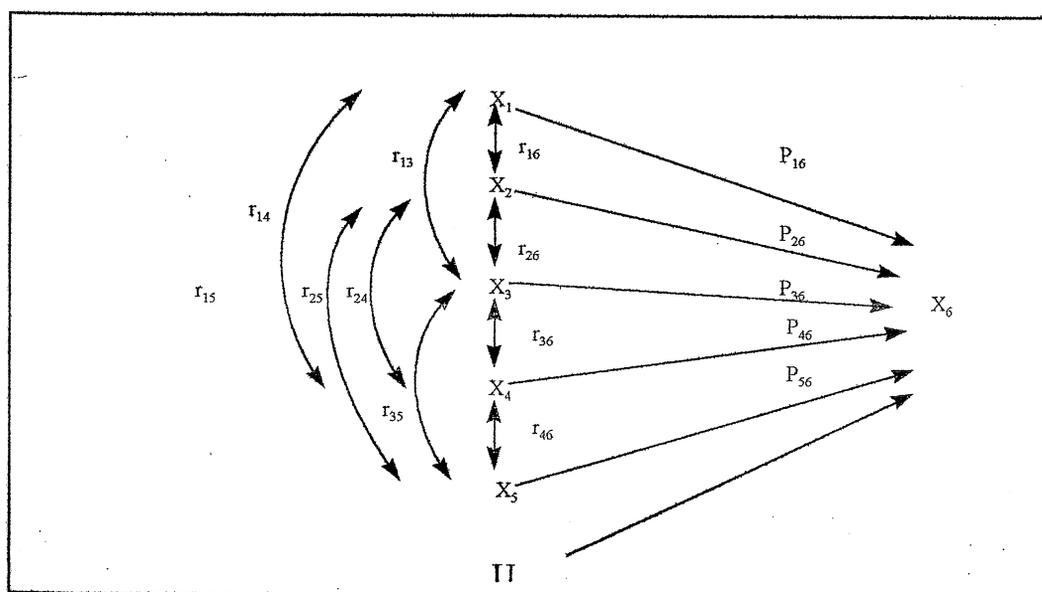


Figura 2.1 Diagrama de sendero para 5 variables independientes x_1 a x_5 y variable dependiente, X_6 . La variable U es la porción sin determinar o residual.

Cada variable independiente tiene un efecto directo, y un efecto indirecto para cada una de las otras variables predichas asociadas a esta. Cada efecto indirecto consiste un sendero que incluye el coeficiente de correlación simple

entre dos variables independientes (denotado por una flecha de dos puntas) y el coeficiente de sendero asociado con la segunda variable independiente, y es computado como un producto de los dos términos.

El primer efecto indirecto, por ejemplo, en la ecuación normal [1] es $r_{12}p_{26}$. El juego de expresiones lo constituye todos los senderos para la primer variable independiente o causal, confeccionada en la ecuación normal [1], cuando se adiciona y se identifica al coeficiente de correlación entre la variable dependiente, respuesta o efecto (x_6) y la variable independiente, causal (x_1). En el grupo de ecuaciones mostradas en el siguiente ejemplo, cinco variables independientes o causales son incluidas ($x_1 - x_5$); y las ecuaciones restantes, [2] a [5], están relacionadas al diagrama de sendero en la Fig.1 en una forma similar:

$$p_{16} + r_{12}p_{26} + r_{13}p_{36} + r_{14}p_{46} + r_{15}p_{56} = r_{16} \quad [1]$$

$$r_{12}p_{26} + p_{26} + r_{23}p_{36} + r_{24}p_{46} + r_{25}p_{56} = r_{26} \quad [2]$$

$$r_{13}p_{16} + r_{23}p_{26} + p_{36} + r_{34}p_{46} + r_{35}p_{56} = r_{36} \quad [3]$$

$$r_{14}p_{16} + r_{24}p_{26} + r_{34}p_{36} + p_{46} + r_{45}p_{56} = r_{46} \quad [4]$$

$$r_{15}p_{16} + r_{25}p_{26} + r_{35}p_{36} + r_{45}p_{46} + p_{56} = r_{56} \quad [5]$$

Cada ecuación normal representa una partición del coeficiente de correlación de la variable independiente (causal) con la variable dependiente (efecto) en sus componentes relacionados: el efecto directo o coeficiente de sendero para esta variable independiente y cuatro efectos indirectos, cada uno involucrando el producto de un coeficiente de correlación entre dos variables

independientes y el coeficiente de sendero apropiado en concordancia al diagrama de sendero. Las expresiones adicionadas en cada ecuación pueden ser interpretadas como una explicación para el coeficiente de correlación correspondiente entre la variable dependiente (efecto) y esta particular variable independiente (causal).

Una condición importante es que la relación causal entre las variables independientes predichas y la variable respuesta (efecto) es implícita. Esto es que el análisis puede ser usado para interpretar las consecuencias estructurales de la ecuación normal hipotética. Proporcionar la hipótesis causal es la responsabilidad del investigador.

Kandalkar *et al.* (1993) mencionan que el análisis de coeficiente de sendero es útil para evaluaciones sobre la contribución relativa de cada componente, ambos directo e indirecto, al rendimiento. Dichos autores trabajaron con un cultivo medicinal *Withania somnifera*, sus resultados indican que la altura de plantas y número de ramas del tallo principal presentaron una asociación positiva con rendimiento de raíz y también mostraron contribuciones positivas a través de efectos indirectos de otros componentes que mostraron asociaciones positivas con rendimiento de raíz. La conclusión fue que la selección directa para altura de planta y ramas del tallo podrían incrementar la eficiencia del mejoramiento para el rendimiento radicular en *Withania somnifera*.

Kowsalya y Raveendran (1996) indican que el análisis de coeficiente de sendero es útil en determinar el efecto directo de cada característica independiente sobre una característica dependiente entre un grupo de

características métricas, mencionan que es de utilidad para conocer la relación causa y efecto, tal que la selección podría ser más efectiva. Estos investigadores realizaron correlaciones y análisis de sendero en 10 genotipos de algodón *Gossypium hirsutum* y en sus resultados revelan la importancia de ramas simpodiales y número de capullos por planta a ser considerado para mejorar el rendimiento por selección.

Samonte *et al.* (1998) mencionan que en muchos de los análisis de sendero en rendimiento de arroz y componentes de rendimiento consideran únicamente unos pocos componentes de rendimiento cuando varias características de desarrollo y crecimiento de la planta y procesos fisiológicos también influyen en el rendimiento. Además es necesario análisis de sendero previos que traten los componentes de rendimiento como variables de primer orden. Mencionan que un análisis de sendero de rendimiento de grano y características relacionadas deben de incluir variables de primer, segundo, y tercer orden en su diagrama de sendero.

En agricultura, los análisis de sendero han sido usados por mejoradores de plantas para auxiliar en identificar características que son útiles como criterio de selección a mejorar el rendimiento del cultivo, (Milligan *et al.*, 1990; Kang *et al.*, 1983; Puri *et al.*, 1982).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación se presentan algunos antecedentes de los 248 genotipos evaluados en el presente trabajo experimental:

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

De seis progenitores iniciales (Cuadro 3.1) se obtuvo la primera recombinación en 1990 en Torreón Coah. mediante un cruzamiento dialélico, con 15 cruas F_1 posibles, las F_1 autofecundadas no se consideraron dado que el propósito del dialélico fue sólo la recombinación de progenitores, obteniéndose alrededor de 150 semillas F_1 de cada una de las 15 cruas posibles.

Cuadro 3.1 Material genético progenitor de la población base o fundadora.

<i>Progenitor</i>	<i>Características</i>
Adjura	Color rojo, brácteas frego, lisura en partes vegetativas, ausencia de nectáreos, tardía.
Cian precoz	Precoz, porte bajo, resistente a Verticillium, hoja pequeña.
Nazas 87	Compacta, alta resistencia a viruela
Laguna89	Semiprecoz, resistente a Verticillium, rendidora
Cian 95	Semiprecoz, alta calidad de fibra
1756-71-41-3-2	Porte bajo, compacta

La segunda recombinación (2º cruzamiento dialélico) se realizó durante 1991 en Tepalcingo, estado de Morelos, obteniéndose 105 cruza posibles, descartándose las F₁ autofecundadas.

Para cada una de las 105 F₁ se realizaron 30 cruzamientos (repeticiones), con un promedio de 75 por ciento de amarre de capullos mezclando las semillas de cada cruza respectiva.

La siembra del material resultante se llevó a cabo en Torreón Coah. en abril de 1992, se seleccionaron 105 plantas, una de cada parcela F₂, con ramas fructíferas cortas y hojas pequeñas, brácteas frego y plantas de color rojo en hojas, tallo y brácteas, y que no mostraran daño por *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 Torreón Coah. el 25 de marzo de 1996, de cada parcela se seleccionaron de 2 a 3 plantas dando un total de 248 genotipos con base en características de plantas tales como: Rendimiento, sanidad respecto a *Verticillium dahliae* K, ramas fructíferas cortas cercanas al tallo principal, sin ramificaciones laterales y hojas pequeñas, plantas con arquitectura en forma de pino con pigmentación roja en la hoja (haz y el envés), pedúnculo y tallo, las cuales se cosecharon individualmente.

El presente trabajo experimental consistió en la evaluación de 248 materiales genéticos de algodón, obtenidos según se describe anteriormente y 2

variedades testigo (Deltapine 80, Deltapine 50) y fue conducido en 1997 y 1998 en Torreón Coah. Se fertilizó con la formula 120-40-00 por hectárea, aplicando la mitad del fertilizante nitrogenado y todo el fósforo al momento de la siembra y el resto del fertilizante antes del primer riego de auxilio. Se realizó un control de maleza mecánico con dos cultivos antes del primer riego de auxilio. El área experimental fue sembrada en ambos el 10 de abril de 1997 y 1998 bajo un diseño alfa latice bloques incompletos de 10 tratamientos (25 bloques) y dos repeticiones. Las parcelas fueron de 7 metros de largo con surcos separados a 0.70 m. Los riegos fueron aplicados en ambos años, el primero a los 60 el segundo a los 80, tercero a los 100 días de emergencia de la planta. Los cuales minimizaron cualquier efecto de estrés de humedad en las parcelas.

Con los resultados del experimento se realizaron un análisis de varianza por año. Los análisis se realizaron usando el paquete estadístico "Alfa-Latice" propuesto por Barreto *et al.* (1993) con el siguiente modelo (Cuadro 3.2):

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + (B/R)_{ij} + T_k + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = efecto de la i-ésima repetición, del j-ésimo bloque, del k-ésimo tratamiento

μ = media general

R_i = efecto de la i-ésima repetición

$(B/R)_{ij}$ = efecto del j-ésimo bloque dentro de la i-ésima repetición

T_k = efecto del k-ésimo tratamiento

e_{ijk} = efecto del error experimental

Se realizó un análisis combinado usando el paquete PC SAS (SAS Institute, 1990). Los ambientes y repeticiones fueron consideradas al azar y los genotipos fueron considerados fijos. Los efectos genotípicos fueron probados para obtener significación usando el cuadrado medio del error de la interacción genotipo x ambiente como un término de error. Con el siguiente modelo (Cuadro 3.3):

$$Y_{ijkl} = \mu + LI + (R / L)_{il} + (LR / B)_{ijl} + T_k + (TL)_{kl} + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijkl} = efecto de la i-ésima repetición, del j-ésimo bloque, del k-ésimo tratamiento, en la l-ésima localidad

μ = media general

LI = efecto de la i-ésima localidad

$(R / L)_{il}$ = efecto de la i-ésima repetición dentro de la l-ésima localidad

$(LR / B)_{ijl}$ = efecto de la interacción entre la i-ésima repetición y la l-ésima localidad

T_k = efecto del k-ésimo tratamiento

$(TL)_{kl}$ = efecto de la interacción entre el K-ésimo tratamiento y la l-ésima localidad

e_{ijkl} = efecto del error experimental

Cuadro 3.2 Forma del análisis de varianza látice

Fuentes de variación	G.L
Repeticiones (R)	r-1
Bloques (ajustados) (B)/R	r(k-1)
Tratamientos (sin ajustar) (T)	K ² -1
Tratamientos (ajustados) (T)	[(K ² -1)]
Residual (Error intrabloque)	(k-1)(rk-k-1)
Total	r K ² -1

Donde r es el número de repeticiones y k es el tamaño de bloque

Para comparar las medias de rendimiento y de otros caracteres estudiados de los genotipos, se aplicó la prueba de rango múltiple diferencia mínima significativa (DMS)

$$DMS = t (gl EE) \sqrt{2 CMEE / r} \quad (\text{individual})$$

$$DMS = t (gl EE) \sqrt{2 CMEE / rl} \quad (\text{combinado})$$

Donde:

t (gl EE) = valor de t según los grados de libertad del error

CMEE = cuadrado medio del error experimental

r = número de repeticiones

l = número de localidades

Se calculó el coeficiente de variación (CV)

$$C.V. \% = \sqrt{CMEE / X} * 100$$

Donde:

CMEE = cuadrado medio del error experimental

X = media general

Cuadro 3.3 Forma del análisis de varianza látice combinado

Fuentes de variación	GL
Localidades	$l-1$
Repeticiones (R) / L	$l-1$
Bloque / (L * R)	$rl (k-1)$
Tratamientos (T)	$t-1$
Loc * Tratamientos	$(l-1) (t-1)$
Error	$(k-1) (rk-k-1)$
Total	rtl

Donde r es el número de repeticiones, t es el número de tratamientos, l es el número de localidades, y k es el tamaño de bloque

Los análisis de varianza látice combinado fueron obtenidas con el programa estadístico, SAS (1990).

Se pizaron 25 y 100 capullos producidos en cada parcela de los 250 genotipos en 1997 y 1998. Todos los capullos muestreados fueron despepitados y se separó una muestra de 30 g. de fibra / muestra para realizar los análisis de calidad de fibra: Longitud de fibra (LON), micronaire (MIC), resistencia de fibra (RES) en el laboratorio del Campo Experimental de la Laguna en Torreón, Coah.

Los datos colectados incluyen peso de capullo muestreado, peso de algodón en hueso, peso de fibra, peso de 100 semillas (índice de semilla). Semillas de cada capullo muestreado fueron desbarradas con un concentrado de ácido sulfúrico y el volumen de semilla fue determinado por el desplazamiento volumétrico de 100 semillas en 20 ml de alcohol etílico. El volumen de semilla fue convertido a superficie de área / semilla según la estimación de la tabla de Hodson (1920).

Los componentes de rendimiento fueron calculados por el modelo de rendimiento ontogénico (Worley *et al.*, 1976; Coyle y Smith 1997). Siendo los siguientes: Peso de capullo (BW), peso de algodón en hueso por muestra / número de capullos por muestra; porcentaje de fibra (LP), (100) (peso de fibra de la muestra) / peso de algodón en hueso de la muestra; Semillas/capullo (S/B), (BW) (1-LP/100) / (índice de semilla/100); micronaire convertido (MIC), (micronaire) $(39.37 * 10^{-6})$ [convierte el índice micronaire a gramos/metro]; superficie de área / semilla (AS/S), estimado de la tabla de Hodson (1920); Algodón en hueso/semilla (SC/S), BW/(S/B); fibra/semilla (LC/S), (SC/S) (LP/100); fibras/semilla (F/S): (LC/S)/(LON)(MIC); fibras /superficie de área de semilla (F/AS): (F/S)/(AS/S).

Para determinar los componentes de peso de fibra fue de la misma manera como los componentes de número de fibras, peso de fibra /semilla (L/S) fue calculado como $L/S = (F/S)(LON)(MIC)$. Peso de fibra/superficie de área de semilla unitaria (L/AS): (F/AS)(LON)(MIC).

Se estimaron correlaciones fenotípicas (r_{pxy})

$$r_{pxy} = P_{xy} / \sigma_{px} * \sigma_{py}$$

Las correlaciones fenotípicas fueron obtenidas con el programa estadístico y guía grafica JMP, SAS (1995).

Coefficientes de Sendero:

El rendimiento de fibra de algodón (x_0) está dado por una serie de atributos ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$) y se relacionan con una serie de parámetros $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ se puede expresar el rendimiento como:

$$x_0 = b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + \dots + b_n x_n$$

Los componentes de rendimiento conviene estandarizarlos, dividiéndolos entre sus respectivas desviaciones estándar:

$$x_i = X_i / \sigma_i; \text{ así que: } X_i = x_i \sigma_i$$

Por lo anterior:

$$x_0 \sigma_0 = b_1 x_1 \sigma_1 + b_2 x_2 \sigma_2 + b_3 x_3 \sigma_3 + \dots + b_n x_n \sigma_n$$

$$x_0 \sigma_0 = b_1 x_1 \sigma_1 + b_2 x_2 \sigma_2 + b_3 x_3 \sigma_3 + \dots + b_n x_n \sigma_n$$

$$x_0 \sigma_0 / \sigma_0 = b_1 x_1 \sigma_1 / \sigma_0 + b_2 x_2 \sigma_2 / \sigma_0 + b_3 x_3 \sigma_3 / \sigma_0 + \dots + b_n x_n \sigma_n / \sigma_0$$

$$x_0 = (b_1 \sigma_1 / \sigma_0) x_1 + (b_2 \sigma_2 / \sigma_0) x_2 + (b_3 \sigma_3 / \sigma_0) x_3 + \dots + (b_n \sigma_n / \sigma_0) x_n$$

El rendimiento es una función de regresión lineal múltiple de los componentes estandarizados, los cuales tienen como coeficientes a una serie de parámetros o incógnitas ($b_1 \sigma_1 / \sigma_0$) que expresan la relación entre las varianzas del rendimiento y sus componentes.

Si $\rho = (b_1 \sigma_1 / \sigma_0)$, se tendrá:

$$X_0 = X_1\rho_1 + X_2\rho_2 + X_3\rho_3 + \dots + X_n\rho_n$$

Se expresa las relaciones del rendimiento con sus componentes en términos de covarianzas:

para X_i :

$$\begin{aligned} \text{Cov}(X_i, X_0) &= \text{Cov} [X_i, (X_1\rho_1 + X_2\rho_2 + X_3\rho_3 + \dots + X_n\rho_n)] \\ &= \rho_1 \text{Cov}(X_i, X_0) + \rho_2 \text{Cov}(X_i, X_2) + \rho_3 \text{Cov}(X_i, X_3) + \dots + \rho_n \text{Cov}(X_i, X_n) \end{aligned}$$

y como se trata de variables estandarizadas

$$\text{Cov}(X_i, X_0) = r_{0,i} = (\text{el coeficiente de correlación entre } X_i, X_0);$$

asi que:

$$r_{0,1} = \rho_1 r_{11} + \rho_2 r_{12} + \rho_3 r_{13} + \dots + \rho_n r_{1n}$$

de esta manera, para $i = 1$

$$r_{0,1} = \rho_1 r_{11} + \rho_2 r_{12} + \rho_3 r_{13} + \dots + \rho_n r_{1n}$$

para $i = 2$:

$$r_{0,2} = \rho_1 r_{21} + \rho_2 r_{22} + \rho_3 r_{23} + \dots + \rho_n r_{2n}$$

para $i = 3$:

$$r_{0,3} = \rho_1 r_{31} + \rho_2 r_{32} + \rho_3 r_{33} + \dots + \rho_n r_{3n}$$

Se desarrolla para los $i = 1, 2, 3, \dots, n$ atributos, se tendrá una serie de ecuaciones simultáneas como sigue:

$$r_{0,1} = \rho_1 + \rho_2 r_{12} + \rho_3 r_{13} + \dots + \rho_n r_{1n}$$

$$r_{0,2} = \rho_1 r_{21} + \rho_2 + \rho_3 r_{23} + \dots + \rho_n r_{2n}$$

$$r_{0,3} = \rho_1 r_{31} + \rho_2 r_{32} + \rho_3 + \dots + \rho_n r_{3n}$$

..

..

$$r_{n,3} = \rho_1 r_{n1} + \rho_2 r_{n2} + \rho_3 r_{n3} + \dots + \rho_n$$

como $r_{ii}=1$ cuando $i=1$, entonces:

$$r_{1,0} = \rho_1 r_{11} + \rho_2 r_{12} + \rho_3 r_{13} + \dots + \rho_n r_{1n}$$

$$r_{2,0} = \rho_1 r_{21} + \rho_2 r_{22} + \rho_3 r_{23} + \dots + \rho_n r_{2n}$$

$$r_{3,0} = \rho_1 r_{31} + \rho_2 r_{32} + \rho_3 r_{33} + \dots + \rho_n r_{3n}$$

..

..

$$r_{n,0} = \rho_1 r_{n1} + \rho_2 r_{n2} + \rho_3 r_{n3} + \dots + \rho_n r_{nn}$$

Las ecuaciones anteriores indican que la correlación entre la variable efecto y una de sus variables causales, está compuesta por el efecto directo de esa variable causal o coeficiente de sendero y por las relaciones que se establecen entre las restantes variables causales o efectos indirectos.

La solución de estas ecuaciones simultáneas producirá los valores de ρ_i los cuales Wright (1923) llamo Coeficientes de Sendero

El uso de matrices permite encontrar la solución a esta serie de ecuaciones simultáneas.

La expresión matricial de estas ecuaciones es: ($i=1, r_{ii} = 1$)

$$r_{1,0} = 1 + r_{12} + r_{13} + \dots + r_{1n} \quad \rho_1$$

$$r_{2,0} = r_{21} + 1 + r_{23} + \dots + r_{2n} \quad \rho_1$$

$$r_{3,0} = r_{31} + r_{32} + 1 + \dots + r_{3n} \quad \rho_1$$

..

..

$$r_{n,0} = r_{n1} + r_{n2} + r_{n3} + \dots + 1 \quad p_1$$

$$r = Q * P$$

y la solución estará dada por:

$$P = Q^{-1}r$$

Una vez obtenidas las ecuaciones de los coeficientes de sendero, habrá una porción de la variación del rendimiento que no es explicada por los atributos considerados y es atribuida a los errores de muestreo, como a las variables no cuantificadas y covarianzas residuales y coeficientes residuales:

$$1 = \rho^{-1}_{1E} + R$$

$$\rho^{-1}_{1E} = (1-r)^{1/2}$$

Una medida rápida de la vastedad del estudio puede obtenerse a partir de la estimación de R, ya que se considera que expresa la correlación múltiple entre los atributos considerados en el estudio y el rendimiento, entonces R^2 expresará la medida en que este grupo de atributos explican al rendimiento; es decir, el coeficiente de determinación. El valor de R puede obtenerse matricialmente como sigue:

$$R = P * r$$

Los valores de coeficiente de sendero fueron obtenidos por el programa Matlab. Se utilizó el instructivo elaborado por Martínez (1997)

Se realizó un mapeo final de planta utilizando el Cotton Plant Mapping Program de la Universidad de California, denominado "CPM" o "CottonPro" desarrollado por Plant y Kerby (1995), la entrada de datos para el mapeo final planta es: los datos de la primera columna utilizan un código para la retención de capullos en las primeras dos posiciones, existen cuatro posibles salidas para retención de las primeras dos posiciones en la rama fructífera. Si FP1 y FP2 están ausentes el código es 0, si FP1 esta presente y FP2 esta ausente, el código es 1, si FP1 esta ausente y FP2 esta ausente, el código es 2, si FP1 y FP2 están ambos presentes, el código es 3 (1+2). CottonPro produce gráficas de capullos por nudo en dos formas: la primera muestral promedio de capullos por nudo vs. Número de nudos del tallo principal. La segunda gráfica muestra los capullos acumulativos por nudo vs. número de nudos del tallo principal.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de varianza

Los resultados de los análisis de varianza de cada una de las localidades se encuentran concentrados en los cuadros 4.1 y 4.2; correspondiente a los años 1997 y 1998 en que se evaluaron los materiales en Torreón Coah.

Cuadro 4.1 Cuadros medios del Análisis de Varianza Látice de variables de componentes de rendimiento de fibra de 250 genotipos de algodón evaluados en 1997.

F.V.	G.L	LP	IS	LON	MIC	RES
		1				
(R)	1	3.6108**	10.3103**	19.4033**	1.8604**	570.3088**
(B)/R	48	3.4848**	1.1552**	1.4650**	0.3162**	28.7050**
(T)(sin ajustar)	249	2.1663**	0.5673**	0.7819**	0.1551**	13.6177**
(T)(ajustados)	249	1.4389NS	0.3543**	0.5578**	0.1126NS	9.3950**
(Error intrabloque)	201	1.4914	0.3137	0.4757	0.1214	7.9445
Total	499	2.0442	0.5412	0.7616	0.1604	13.8994

*,** Significación estadística en los niveles de probabilidad 0.05 y 0.01 respectivamente

LP Porcentaje de fibra

IS Índice de semilla

LON Longitud de fibra

MIC Micronaire

RES Resistencia

La fuente de variación repeticiones, presentó significación para las características evaluadas en los dos ambientes, con excepción para el año de 1998, (Cuadro 4.2) que no mostró significación para porcentaje de fibra, índice de semilla y micronaire, para estas tres características resultaron afectadas por factor climatológico (granizo), este evento se presentó en la segunda semana de

formación de cuadros afectando solo algunas plantas ya que el daño no fue uniforme en el lote experimental, sin embargo la significación presentada en la fuente de repetición repeticiones se debió principalmente a las diferencias en las condiciones de los bloques, repeticiones que logró sacar las diferencias en la no-uniformidad del daño por granizo.

La fuente de variación tratamientos, mostró diferencias altamente significativas para porcentaje de fibra en los dos años. Del mismo modo mostraron diferencias altamente significativas para la mayoría de las características evaluadas en cada año.

Cuadro 4.2 Cuadrados medios del Análisis de Varianza Látxice de variables de componentes de rendimiento de fibra de 250 genotipos de algodón evaluados en 1998.

F.V.	G.L	LP	IS	LON	MIC	RES
(R)	1	0.0007NS	0.3433NS	318.7304**	2.2579NS	768.7974**
(B)/R	48	0.3300NS	0.4975NS	4.7115**	0.2082**	40.8399**
(T)(sin ajustar)	249	2.6373**	1.8367**	3.7465**	0.2428**	29.3444**
(T)(ajustados)	249	2.3175**	1.6284**	2.7865**	0.2054**	21.2575**
(Error intrabloque)	201	0.4858	0.5193	1.0921	0.0977	11.3875
Total	499	1.5434	1.1742	3.4013	0.1851	24.6989

*,** Significación estadística en los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente

LP Porcentaje de fibra MIC Micronaire
 IS Índice de semilla RES Resistencia
 LON Longitud de fibra

Los análisis de varianza para las variables de componentes de rendimiento de fibra se presentan en el Cuadro 4.3, indicando diferencias significativas para todas las variables estudiadas tales como: longitud de fibra, índice micronaire

(finura), número de fibras por semilla, peso de fibra por semilla, número de fibras por área de semilla, peso de fibra por área de semilla, porcentaje de fibra, índice de semilla, número de semillas por capullo, resistencia de fibra, peso de fibra por capullo, capullos por metro cuadrado, rendimiento de fibra por metro cuadrado.

Los resultados del Cuadro 4.3, revelan que existe una amplia gama de variabilidad, tanto para las variables de componentes de rendimiento de fibra como para las variables de componentes de rendimiento de semilla, entre los genotipos incluidos en el estudio, lo cual también indica que estos materiales genéticos son promisorios para desarrollar genotipos altamente rendidores y de alta calidad de fibra.

Los resultados concuerdan con los de Coyle y Smith (1997) quienes al estudiar seis genotipos de algodón encontraron diferencias significativas al 0.05 para resistencia de fibra, longitud de fibra, micronaire, porcentaje de fibra, semillas por capullo, superficie de área por semilla, peso de fibra por semilla, peso de fibra por unidad de superficie de área de semilla unitaria, fibras por semilla, fibras por unidad de superficie de área. Así mismo Meredith *et al* (1975) al estudiar 14 variedades de algodón encontraron diferencias altamente significativas para las características como número de capullos por área, porcentaje de fibra, peso de capullo, índice de semilla, y número de semillas en el capullo.

Las medidas descriptivas estadísticas de variables de componentes de rendimiento de fibra de algodón se presentan en el Cuadro 4.4.

La longitud es una de las características de calidad más importante de la fibra, se puede apreciar genotipos con longitud de fibra de 25.9 a 29.7 con una media de 27.53 lo cual representa una gama de opción para la selección de genotipos con longitud de intermedia a larga. La industria textil demanda fibra con índices de micronaire de 3.5 a 4.9, conocida como calidad "premium"; en este sentido los genotipos estudiados presentan un mínimo de 3.7 y un máximo de 4.9 con una media de 4.3 lo cual representa la totalidad de la población evaluada con esta calidad de fibra, el micronaire es un importante componente de rendimiento por el grosor de la fibra. 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, para éste se observa un rango de 77.5 a 90.3 con una media de 84.08 lo cual permite seleccionar genotipos de fibra fuerte a muy fuerte.

Los componentes de rendimiento de fibra más básicos son, el número de fibras por unidad de superficie de área de semilla (F/AS) y el peso de fibra por unidad de superficie de área de semilla (L/AS), las medidas descriptivas de estas variables se presentan en el cuadro 4.4: de 10486 a 17231 con una media de 13609, y de 5.0 a 7.8 con una media de 6.3 para F/AS Y L/AS respectivamente.

Cuadro 4.3 Cuadros medios del Análisis de Varianza Combinado de variables de componentes de rendimiento de fibra de 250 genotipos de algodón evaluados en 1997-98.

F. Variación	G. L	LON	MIC	F/S	L/S	F/AS	L/AS	LP	IS	S/B	RES.	L/B	B/M ²	LY/M ²
A	1	39.32**	3.83**	58981173**	23.91**	242331635**	70.74**	1.08NS	59.19**	261.2**	6.08NS	65645**	1772.6*	632613569**
R(A)	2	169.06	2.05	154271789	4.46	198576631	2.94	6.80	5.32	533.2	669.55	123.4	3877.7	62504
A*(B)	96	6.17**	0.46**	11437762**	0.91**	12863874**	1.06**	4.62**	1.91**	42.4**	66.70**	6.53**	825.09**	128928**
Trat.	249	2.30**	0.18**	4270354**	0.52**	4413128**	0.52**	2.30**	1.34**	18.3**	21.15**	3.16**	735.7**	2555.41**
A* Trat.	249	2.22**	0.21**	4190602**	0.46**	6174072**	0.77**	2.49**	1.06**	16.3**	21.80**	3.36**	530.6**	101452**
Error	402	.046	.06	821706	0.074	1651637	0.28	0.33	0.155	4.8	2.04	1.47	33318	1120.23
Total	999													
C.V (%)		.78	5.69	6.69	4.43	9.46	8.5	1.53	3.89	7.06	1.69	7.59	18.70	17.88

**, ** Significación estadística en los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente

C.V	Coefficiente de Variación	LP	Porcentaje de fibra
LON	Longitud de fibra	IS	Índice de semilla
MIC	Micronaire	S/B	N° semilla/capullo
F/S	Número de fibras / semilla	RES	Resistencia de fibra
L/S	Peso de fibra / semilla	L/B	Peso de fibra/capullo
F/AS	Número fibras / área semilla	B/M ²	Capullos/m ²
L/AS	Peso fibra / área semilla	LY/M ²	Rendimiento de fibra/m ²

Cuadro 4.4 Medidas descriptivas de variables de componentes de rendimiento de fibra de 250 genotipos de algodón evaluados en 1997-98.

ESTADISTICO	LON	MIC	RES	S/B	F/S	L/S	AS	F/AS	L/AS	L/B	B/M ²	LY/M ²
	mm	unid.	1000's lbs/ pulg ²	n°	n°	mg	cm ²	n°	mg	g	n°	g
Máximo	29.7	4.9	90.3	38	16534	7.3	1.24	17231	7.8	2.5	142	266
Media	27.5340	4.3152	84.08	31.2	13409.18	6.2340	0.98	13609.88	6.3260	1.9751	97.56	189.18
Mínimo	25.9	3.7	77.5	26	10171	4.90	0.77	10486	5.0	1.3	64	134
D. estándar	0.7607	0.2188	2.3021	2.1496	993.17	0.3610	0.0570	1157.27	0.4311	0.1679	13.55	25.48
E.E. media	0.0481	0.0138	0.1456	0.1360	62.81	0.0228	0.0036	73.19	0.0273	0.0106	0.8571	1.6115
Varianza	0.5786	0.0479	5.2998	4.6210	986384.93	0.1303	0.0032	1339277.8	0.1859	0.0282	183.6440	649.24
C. V.	2.7627	5.0708	2.7379	6.8793	7.41	5.7900	5.7687	8.50	.81	8.50	13.88	13.46

LON	Longitud de fibra	F/S	Número de fibras/semilla	L/AS	Peso fibra/área semilla
MIC	Micronaire	L/S	Peso de fibra/semilla	L/B	Peso de fibra por capullo
RES	Resistencia	AS	Superficie de área de unidad de semilla	B/M ²	Capullos/ m ²
S/B	Número de semilla/capullo	F/AS	Número fibras/área semilla	LY/ M ²	Rendimiento de fibra/ m ²

Coyle y Smith (1997) presentan valores para estas variables de 2 variedades recientes siendo de un rango de 13400 a 16100 para F/AS y de 6.2 para L/AS, estos mismos investigadores mencionan que los mejoradores tendrían un progreso sostenido en desarrollar genotipos con los rendimientos más altos si se mejorara los componentes de rendimiento de fibra más básico, sin descuidar el resto de los componentes, ya que un componente de rendimiento no puede ser considerado a selección por si solo. Coyle y Smith (1997) presentan un modelo de componentes de rendimiento del capullo de acuerdo al modelo de rendimiento ontogénico de Worley *et al.* (1976) (Fig. 4.1), en el que resaltan al peso de fibra/unidad de superficie de área de semilla (L/AS) y el número de fibras/unidad de superficie de semilla (F/AS) son los componentes más básicos donde cada fibra de algodón es una extensión de la pared de la epidermis de una célula.

El rendimiento de fibra está en función de la superficie total de área de semilla producida, de esto es de esperarse que los genotipos liberados como variedades comerciales maximizen este componente rendimiento. El peso de fibra / capullo puede ser maximizado a través de mayor número de semillas / capullo de ahí la importancia de este componente de rendimiento, en el Cuadro 4.4 se presentan las medidas descriptivas de esta variable: de 26.0 a 38 con una media de 31.24.

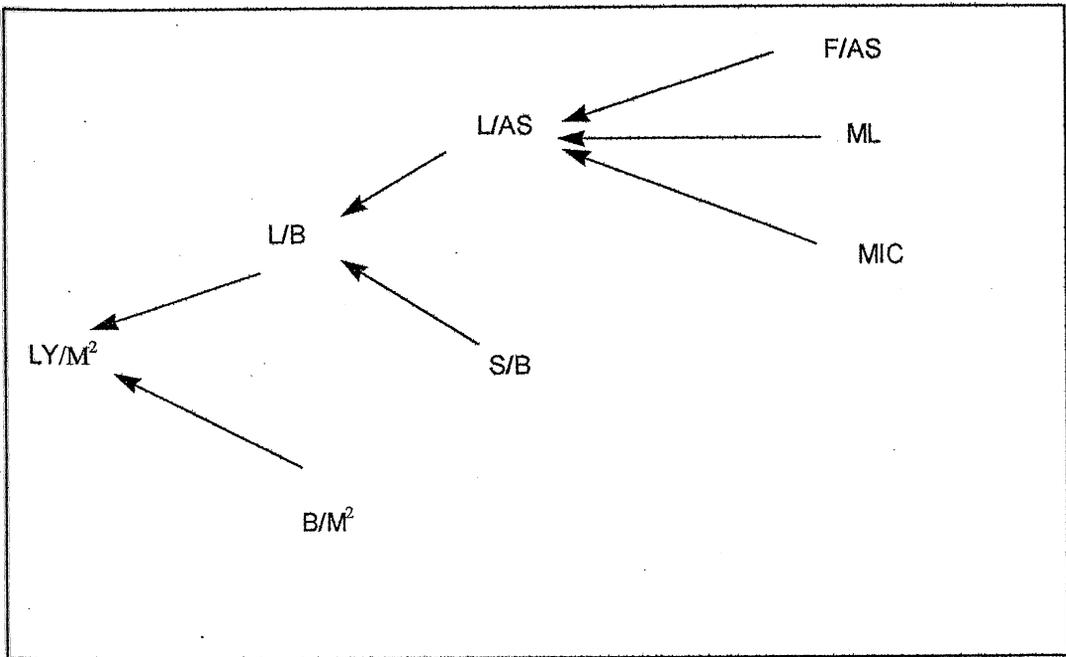


Figura 4.1 Componentes de rendimiento de fibra y sus relaciones en algodón upland

Kuruvadi y Cortinas (1986) indicaron que el rendimiento por sí mismo no es el mejor criterio de selección a causa de la baja heredabilidad y su alta interacción con el ambiente. Rasmusson y Cannel (1970) mencionan que los componentes del rendimiento son influenciados por el medio ambiente y las correlaciones negativas son muy comunes entre ellos por lo tanto, la selección de un solo componente puede fracasar para la obtención de genotipos superiores.

Kowsalya y Raveendran (1996) mencionan que la correlación de caracteres es una medida de fuerte relación entre un grupo de caracteres, en el que el mejorador está interesado en evaluar la respuesta correlacionada de los componentes de rendimiento en programas de selección además del

rendimiento *per se*, debido que el rendimiento es una función no únicamente de sus componentes sino también de sus interrelaciones.

Los coeficientes de correlación son mostrados en el Cuadro 4.5, Los componentes de rendimiento tal como F/AS, LON, MIC presentan correlaciones de MIC con L/AS, LON con L/AS, y de F/AS con L/AS con valores de 0.034 , 0.083, 0.747** respectivamente, estas asociaciones permiten identificar a F/AS como el componente más básico de rendimiento de mayor importancia, correlación simple que sugiere que un incremento en F/AS resulta en un alto incremento de L/AS, (Fig. 4.2).

Asociaciones de F/AS con calidad de fibra de LON y MIC presentaron valores negativos de -0.234^* , -0.549^{**} respectivamente. El incrementar micronaire o el peso de fibra por unidad de longitud lógicamente podría incrementar el peso de fibra individual, sin embargo el seleccionar genotipos a producir fibras más gruesas entonces podría disponer de pocas fibras. Si existe una redistribución de energía o carbohidratos el costo de la planta por producir fibras gruesas sería en menor número de fibras, lo cual no es lo deseable y a que F/AS es el componente de rendimiento en el nivel básico más importante. La asociación de MIC y F/AS soportan este razonamiento.

Cuadro 4.5. Correlaciones fenotípicas entre variables de componentes de rendimiento de la fibra de algodón de 250 genotipos evaluados en 1997-98.

	RES	LON	MIC	FS	F/AS	L/S	L/AS	S/B	L/B	B/M ²	LY/M ²
AS	0.113	0.036	0.090	0.172	-0.510**	0.304*	-0.573**	-0.069	-0.510**	-0.169	-0.081
RES	1.000	0.608**	-0.098	-0.021	-0.092	0.166	0.046	-0.140	-0.083	-0.024	-0.030
LON		1.000	-0.022	-0.249*	-0.234*	0.117	0.083	-0.158	-0.071	-0.030	-0.058
MIC			1.000	-0.565**	-0.549**	0.121	0.034	0.046	0.063	-0.035	0.043
F/S				1.000	0.755**	0.660*	0.412**	-0.218*	0.158	-0.142	0.024
F/AS					1.000	0.378*	0.747**	-0.150	0.477**	-0.012	0.074
L/S						1.000	0.597**	-0.310**	0.228*	-0.212*	0.052
L/AS							1.000	-0.206*	0.626**	-0.039	0.115
S/B								1.000	0.622**	-0.194*	0.162
L/B									1.000	-0.177	0.232*
B/M ²										1.000	0.851**

**, ** Significación estadística en los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente

AS	Área de semilla	L/S	Peso de fibra / semilla
RES	Resistencia de fibra	L/AS	Peso fibra / área semilla
LON	Longitud de fibra	S/B	Número de semillas / capullo
MIC	Micronaire	L/B	Peso de fibra / capullo
F/S	Número fibras / semilla	B/M ²	Número de capullos / m ²
F/AS	Número fibras / área semilla	LY/M ²	Rendimiento de fibra / m ²

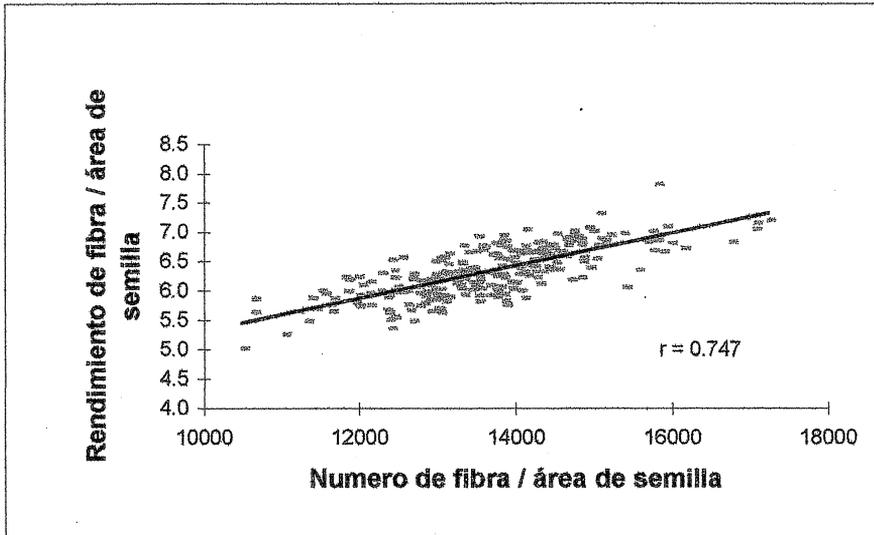


Figura 4.2 Correlación de Número de fibra / área de semilla con Rendimiento de fibra / área de semilla.

Esto coincide con lo reportado por Smith y Coyle (1997), por otra parte la selección para incrementar longitud aun cuando podría resultar en una disminución en F/AS , es de un valor menor, y permite seleccionar hacia resistencia ya presenta una correlación de LON con RES positiva y significativa de 0.608**.

Correlaciones de S/B con L/AS y F/AS presentaron valores negativos de -0.206^* , y -0.150 respectivamente. Con estos valores resultaría lógico esperar una reducción de semillas por cápsula, sin embargo seleccionar hacia F/AS conduciría hacia una reducción de numero de semillas de menor magnitud dada la correlación negativa de un valor bajo y no significativo. Esto refuerza el considerar a F/AS como el componente de rendimiento básico de mayor importancia.

La correlación de S/B con L/S, L/AS, F/S, F/AS son de -0.310**, -0.206*, -0.218*, -0.150 nuevamente corrobora la importancia del área en el peso y número de fibra, la obtención de correlaciones negativas de menor magnitud hacia S/B, el seleccionar hacia un incremento de L/S conduciría hacia la obtención del valor más bajo de S/B, (Fig. 4.3) no es así el utilizar el criterio de seleccionar en base a incrementar F/AS, ya que la asociación negativa es demasiado baja para crear problemas.

Las correlaciones de L/B con S/B y F/AS presentan valores de 0.622**, 0.477** respectivamente, seleccionar hacia un incremento de S/B y F/AS existe una alta correlación en ambos hacia un mayor L/B lo cual es deseable.

Correlaciones de LY/M^2 con L/B y B/M^2 muestran valores de 0.232*, 0.851** respectivamente, esta última presenta la asociación más alta como es lógico esperar, (Fig. 4.4). El componente de rendimiento de B/M^2 es el de mayor importancia para la obtención de mayor LY/M^2 , de ahí el buscar correlaciones que tengan un efecto de incremento o bien asociaciones que menos lo afecten, por ejemplo las correlaciones de B/M^2 con L/S, L/AS, F/S, F/AS son de -0.212*, -0.039, -0.142, -0.012, seleccionar hacia incrementar L/S puede conducir a la obtención bajo B/M^2 (Fig. 4.5), no es así el utilizar el criterio de seleccionar basándose en incrementar F/AS ya que la asociación negativa es demasiado baja para crear problemas.

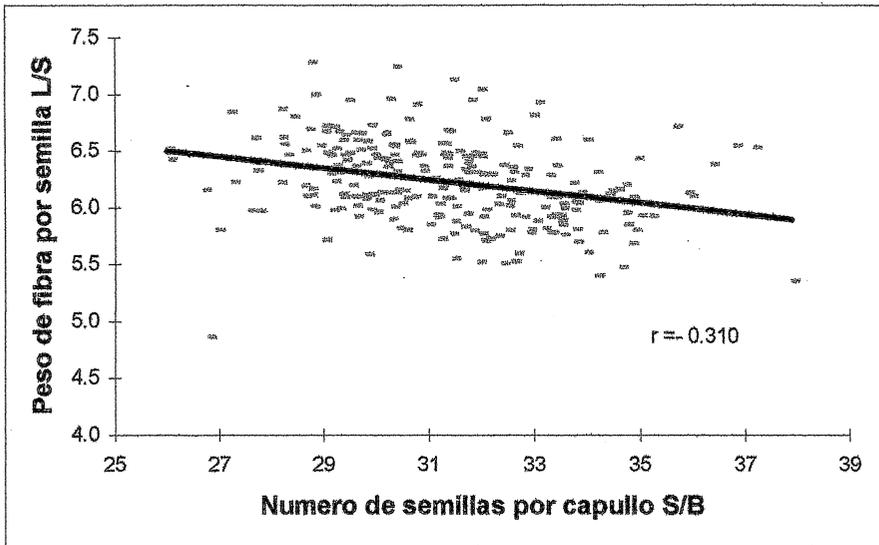


Figura 4.3 Correlación de Número de semillas/capullo S/B con Peso de fibra/semilla L/S

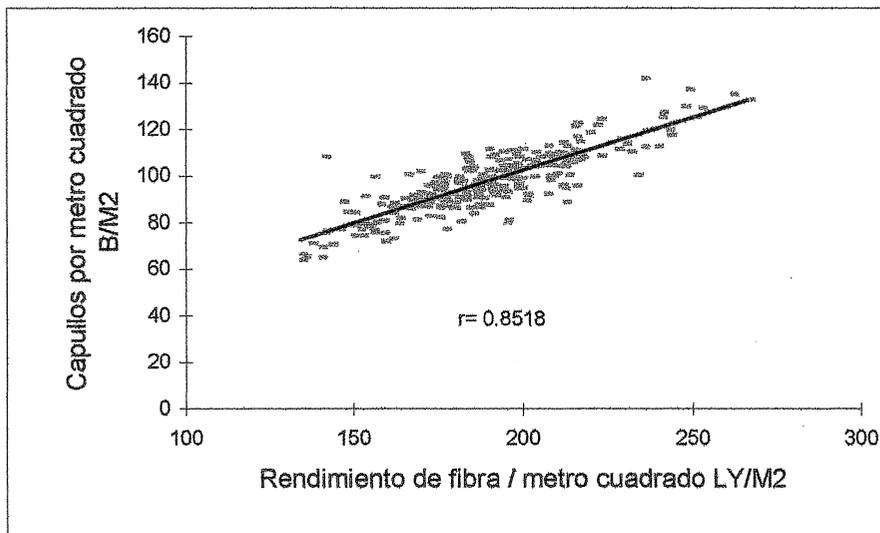


Figura 4.4 Correlación de capullos por metro cuadrado con rendimiento de fibra por metro cuadrado.

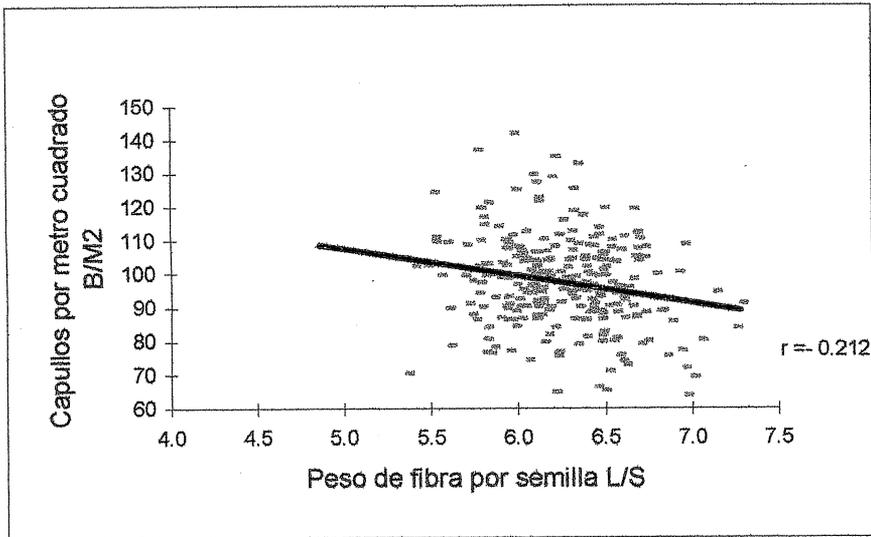


Fig. 4.5 Correlación de Capullos por metro cuadrado con Peso de fibra / semilla L/S.

Las asociaciones de LY/M^2 con las características de calidad MIC, LON, RES presentan valores de 0.043, -0.058, -0.030, estas correlaciones coinciden con los trabajos reportados por Miller (1965), y Scholl y Miller (1976) que demostraron asociaciones positivas para LY/M^2 con micronaire, y asociaciones negativas para LY/M^2 con Longitud y Resistencia de fibra.

El análisis de coeficiente de sendero (Wright 1921) ha sido usada en determinar criterios de selección en numerosos cultivos, trigo (Fonseca y Patterson, 1968), tomate (Srivastava y Sachan, 1973), papaya (Mosqueda y Molina, 1973), arroz (Samonte *et al.*, 1998), guayule (Estilai *et al.*, 1992) soya (Pandey y Torrie 1973), caña de azúcar (Kang *et al.* 1983).

El análisis de sendero es una herramienta estadística que ha sido usada para organizar y presentar las relaciones causales entre las variables predichas y las variables de respuesta a través de un análisis de sendero, su ventaja es que permite la partición del coeficiente de correlación dentro de sus componentes tal que muestra que factores contribuyen a la correlación observada.

La utilidad del método de coeficiente de sendero (como un análisis comparativo al análisis de correlaciones) puede ilustrar consideraciones de un caso en particular.

Los análisis de coeficiente de sendero para rendimiento de fibra/área fueron realizados en concordancia con la relación causal mostrada en el diagrama de sendero Fig. 4.6 y resultados en los Cuadros 4.5, 4.6 y 4.7.

El análisis de coeficiente de sendero de L/AS y sus 3 componentes de rendimiento F/AS, LON, MIC (Cuadro 4.5) indica que F/AS fue el de mayor influencia con un efecto directo de 1.2185 y se corrobora con una correlación simple altamente significativa de 0.747*, sin embargo los efectos indirectos negativos de micronaire y longitud de fibra con valores respectivos de -0.3928 , -0.0759 reducen una tercera parte de la influencia directa de F/AS en L/AS. Las correlaciones simples negativas de F/AS con micronaire (-0.565^{**}), y de F/AS con longitud (-0.234^{*}) explican esos valores negativos indirectos.

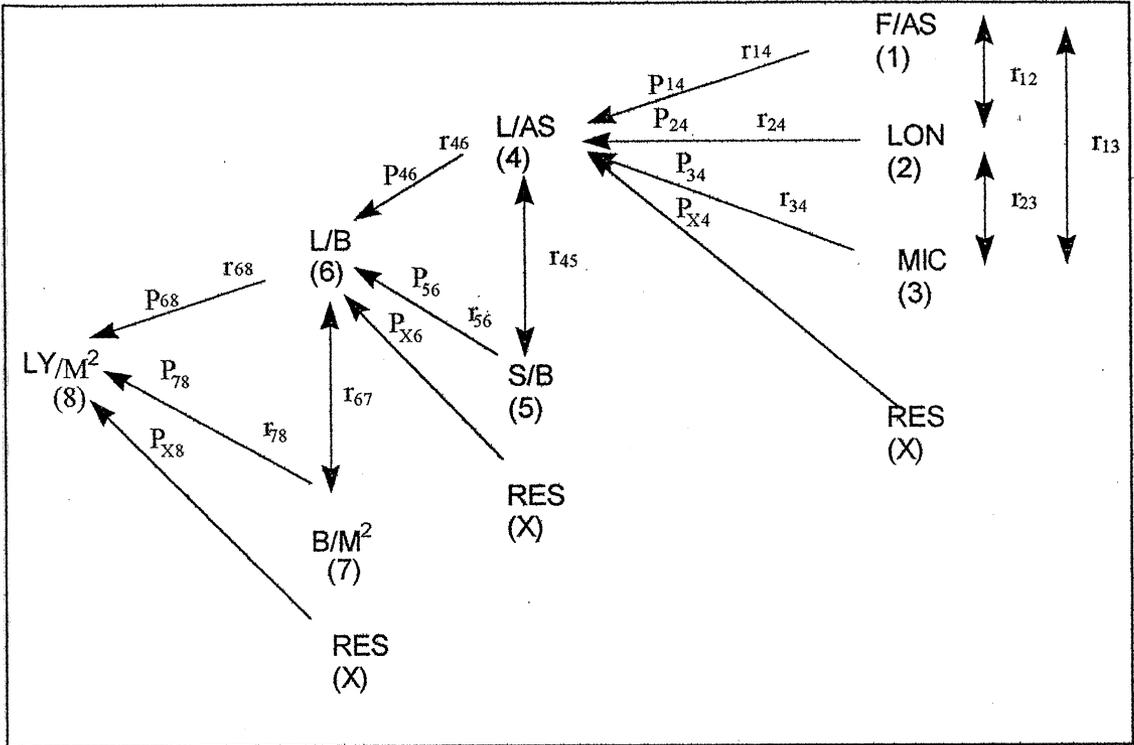


Figura 4.6. Diagrama de sendero mostrando relaciones causales de rendimiento de (a) F/AS, LON, MIC, con L/AS, (b) L/AS, S/B con L/B, (c) L/B, B/M² con LY/M². (P y r indican coeficiente de sendero directo y coeficiente de correlación respectivamente)

Micronaire fue el componente de influencia intermedia de L/AS (Cuadro 4.6) con un valor directo de 0.7105 con efectos indirectos negativos de F/AS, y Longitud de fibra de -0.6737 , y de -0.0022 respectivamente el cual reducen grandemente la influencia directa de micronaire en L/AS. Las correlaciones simples negativas de F/AS con micronaire (-0.565^{**}), y de Longitud de fibra con micronaire (-0.022) explican esos valores negativos indirectos así como la correlación baja de tan solo de 0.034 de L/AS con Micronaire.

Longitud fue el componente de influencia mas baja en L/AS (Cuadro 4.6) con un valor directo de 0.3604 con efectos indirectos negativos de F/AS, y Micronaire de -0.2566 , y de -0.0044 respectivamente, efectos indirectos que reducen considerablemente la influencia directa de Longitud en L/AS. Las correlaciones simples negativas de F/AS con Longitud (-0.234^*), y de Micronaire con Longitud (-0.022) explican esos valores negativos indirectos, también la baja correlación de L/AS con Longitud de tan solo 0.083.

Cuadro 4.6 Análisis de coeficientes de sendero de peso de fibra / superficie de área de semilla (L/AS) y sus componentes.

Tipo de efecto	Coefficiente
L/AS vs. Número de fibras/ superficie de área de semilla	
Efecto Directo P_{14}	1.2185
Efecto Indirecto vía	
Longitud, $r_{12}P_{24}$	-0.0759
Micronaire, $r_{13}P_{34}$	-0.3928
Correlación, r_{14}	0.747
L/AS vs. Longitud	
Efecto Directo P_{24}	0.3604
Efecto Indirecto vía	
Número de fibras/ superficie de área de semilla, $r_{12}P_{14}$	-0.2566
Micronaire, $r_{23}P_{34}$	-0.0044
Correlación, r_{24}	0.083
L/AS vs. Micronaire	
Efecto Directo P_{34}	0.7105
Efecto Indirecto vía	
Número de fibras/ superficie de área de semilla, $r_{13}P_{14}$	-0.6737
Longitud, $r_{23}P_{24}$	-0.0022
Correlación, r_{34}	0.034
Coeficiente de Determinación, R^2	0.9486
Residual $\sqrt{1-R^2}, P_{X4}$	0.2267

El coeficiente de determinación (R^2) 0.9486 en el Cuadro 4.6 da un alto porcentaje de variación en el peso de fibra / superficie de área de semilla (L/AS) expresada por tres componentes de rendimiento número de fibras/ superficie de área de semilla F/AS, longitud LON y micronaire MIC, tal como lo indica el bajo valor residual (0.2267) el cual señala que existen pocas características en adición a F/AS, LON, y MIC que contribuyen al peso de fibra / superficie de área de semilla.

El análisis de coeficiente de sendero de L/B y sus dos componentes de rendimiento L/AS y S/B (Cuadro 4.7) indican que ambos tienen una influencia importante en L/B con efectos directos de 0.7907 y 0.7885 respectivamente. Para L/B vs. L/AS su efecto indirecto vía S/B fue de tan solo -0.1653, mientras que para L/B vs. S/B el efecto indirecto vía L/AS fue de solo -0.1657, por lo que reduce solo mínimamente ambos el efecto directo respectivo, ambos efectos indirectos dado el valor negativo bajo de la correlación simple de S/B Y L/AS de -0.206*, y los altos valores de las correlaciones simples con valores positivos y altamente significativos de L/B y L/AS de 0.626**, así como de L/B y S/B de 0.622**.

El coeficiente de determinación (R^2) 0.9714 en el Cuadro 4.7 da un alto porcentaje de variación en el peso de fibra / capullo (L/B) expresada por dos componentes de rendimiento peso de fibra / superficie de área de semilla L/AS, semillas / capullo S/B. El valor residual es bajo (0.1691) el cual indica que estas dos características contribuyen casi en su totalidad al peso de la fibra / capullo.

Cuadro 4.7 Análisis de coeficientes de sendero de peso de fibra/capullo (L/B) y sus componentes.

Tipo de efecto	Coefficiente
L/B vs. Peso de fibra/ superficie de área de semilla (L/AS)	
Efecto Directo P_{46}	0.7907
Efecto Indirecto vía	
Semillas/capullo, $r_{45}P_{56}$	-0.1653
Correlación, r_{46}	0.626
L/B vs. Semillas/capullo (S/B)	
Efecto Directo P_{56}	0.7885
Efecto Indirecto vía	
Peso de fibras/ superficie de área de semilla, $r_{45}P_{46}$	-0.1657
Correlación, r_{56}	0.622
Coeficiente de Determinación, R^2	0.9714
Residual $\sqrt{1-R^2}P_{X6}$	0.1691

El análisis de coeficiente de sendero de LY/M^2 y sus dos componentes de rendimiento L/B y B/M^2 (Cuadro 4.8) indica que B/M^2 fue el de mayor influencia con un efecto directo de 0.9221, este alto valor se corrobora con la correlación simple de mas alto valor y significativo de 0.851**, el efecto indirecto de -0.0703 reduce poco la influencia directa de B/M^2 en LY/M^2 . La correlación simple negativa de L/B con B/M^2 de bajo valor -0.177 así como el bajo valor de efecto indirecto permite un alto efecto directo de B/M^2 en LY/M^2 .

L/B presento una menor influencia en LY/M^2 con un efecto directo de 0.3963. La correlación simple entre estas dos variables fue la segunda en importancia de 0.232*. El efecto indirecto vía B/M^2 fue de -0.1637 .

Cuadro 4.8. Análisis de coeficientes de sendero de rendimiento de fibra/metro cuadrado (LY/M^2) y sus componentes.

Tipo de efecto	Coefficiente
LY/M^2 vs. Peso de fibra/capullo(L/B)	
Efecto Directo P_{68}	0.3963
Efecto Indirecto vía	
Capullos/metro cuadrado $r_{67}P_{78}$	-0.1637
Correlación, r_{68}	0.232
LY/M^2 vs. Capullos/metro cuadrado(B/M^2)	
Efecto Directo P_{78}	0.9221
Efecto Indirecto vía	
Peso de fibra/capullo, $r_{67}P_{68}$	-0.0703
Correlación, r_{78}	0.851
Coeficiente de Determinación, R^2	0.7703
Residual $\sqrt{1-R^2}, P_{x8}$	0.4792

El coeficiente de determinación (R^2) 0.7703 da un porcentaje de variación en LY/M^2 expresado por dos componentes L/B y B/M^2 sin embargo el alto valor residual de 0.4792 indica que no están la totalidad de componentes que contribuyan a la totalidad de variación en LY/M^2

Con base en los resultados de los análisis de coeficiente de correlación y la partición de este dentro de sus componentes mediante el análisis de coeficiente de sendero permite identificar características útiles para mejorar el rendimiento y calidad de fibra para la población bajo estudio: La selección de genotipos se realizo en aquellos que presentaron el mayor F/AS ya que es la característica de mayor influencia hacia L/AS, fibras de longitud ya que esta altamente correlacionada con resistencia de fibra, con el mayor número de S/B de tamaño pequeño, en el mayor número de B/m^2 .

De los 248 genotipos evaluados en este estudio se aplicó una presión de selección del 10 % resultando 25 genotipos sobresalientes, los cuales se presentan en el Cuadro 4.9 La selección se realiza por el mayor número de fibras / superficie de área de semilla desde un rango de 14085 a 15895, con fibras de mayor longitud desde un rango de 27.0 a 29.5, con el mayor número de semillas / capullo desde 29 a 36, con el mayor número de capullos / área de un rango desde 89 a 130, con valor de micronaire no alto desde un rango de 3.9 a 4.5 y con fibras resistentes de un rango desde 82 a 87.5 mil libras por pulgada cuadrada.

En el Cuadro 12 se presentan los dos testigo Deltapine 50 una variedad que actualmente se cultiva en la región lagunera y Deltapine 80 una variedad obsoleta que actualmente no se cultiva, se incluyó con el propósito de comparar sus componentes de rendimiento con las de una variedad actual y los genotipos seleccionados. Estas variedades testigo se puede decir que si los mejoradores del algodón hubieran realizado un mejoramiento firme en desarrollar genotipos altamente rendidores mediante el mejoramiento de los componentes de rendimiento más básicos, por ejemplo número de fibras / superficie de área de semilla, entonces Deltapine 80 y Deltapine 50 se podría esperar que tuvieran valores altos para este componente, sin embargo tienen valores bajos y similares, su diferencia en rendimiento / área es en la longitud de fibra, el índice micronaire y en el número de capullos / área.

Cuadro 4.9 Selección de los 25 mejores genotipos y sus características de F/AS, F/S, LON, RES, MIC, AS.

Genotipos	F/AS	F/S	LON	RES	MIC	AS
215	15895a	14624 abc	28.9abc	87.5 a	3.9 b	0.92 defg
227	15789a	12157 c	28.6abc	82.3 a	4.4ab	0.77 h
186	15782a	15308 a	28.3abc	83.8 a	3.9 b	0.97 bcd
210	15711a	14769 ab	27.5abc	85.8 a	4.1 ab	0.94 cdefg
248	15180a	15180 a	27.4abc	85.0 a	4.3 ab	1.00ab
165	15108a	14957 abc	27.6abc	82.8 a	4.2 ab	0.99 abc
171	15019a	15019 ab	27.0 bc	82.0 a	4.3 ab	1.00 efg
146	14811a	13330 abc	27.7abc	87.5 a	4.2 ab	0.90 bcd
149	14801a	14357abc	27.3 bc	87.3 a	4.3 ab	0.97 bcde
80	14754a	14459 abc	27.1 bc	82.5 a	4.4 ab	0.98 abcd
121	14697a	12639 abc	27.7abc	84.0 a	4.3 ab	0.86 g
203	14614a	14468 abc	27.5abc	82.5 a	4.4 ab	0.99 abc
110	14560a	14123 abc	27.5 bc	82.8 a	4.2 ab	0.97 bcde
137	14514a	13934 abc	27.0 bc	83.3 a	4.1 ab	0.96 bcdef
124	14489a	14054 abc	27.4 bc	84.5 a	4.2 ab	0.97 bcde
120	14469a	14035 abc	27.8abc	82.0 a	4.3 ab	0.97 bcd
238	14451a	14018 abc	27.6abc	82.8 a	4.2 ab	0.97 abcd
163	14386a	13666 abc	27.6abc	86.5 a	4.1 ab	0.95
201	14381a	14956 abc	29.0ab	86.8 a	3.9 b	1.04a
106	14337a	13907 abc	27.0 bc	83.5 a	4.3 ab	0.97 bcde
100	14215a	13504 abc	28.9abc	87.5 a	4.0 ab	0.95 bcde
234	14131a	13849 abc	27.8abc	85.5 a	4.1 ab	0.98 abc
225	14112a	13124 abc	28.5abc	86.3 a	4.5 ab	0.93 bcdefg
180	14111a	14111 abc	29.5abc	87.3 a	4.1 ab	1.00 abc
221	14085a	12959 abc	27.6abc	86.8 a	4.4 ab	0.92 fg
DP50	13808a	13255 abc	27.9abc	86.3 a	4.6a	0.96 bcde
DP80	13367a	12298 bc	26.9 c	84.5 a	4.5 ab	0.92 defg

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según prueba DMS

Cuadro 4.10 Selección de los 25 mejores genotipos y sus características de
L/AS, L/S, S/B, LY/B, B/M2, LY/M2

Genotipos	L/AS	L/S	S/B	LY/B	B/M2	LY/M2
215	7.1a	6.5 abc	29 cd	191 abc	110 abcde	210 a
227	7.8a	6.0 bc	30 cd	178 c	104 abcde	185 ab
186	6.9a	6.6 abc	30 cd	200 abc	98 cdef	197 ab
210	7.0a	6.6 abc	29 cd	193 abc	111 abcde	215 a
248	6.9a	6.9 a	29 cd	205 abc	109 abcde	222 a
165	6.8a	6.8 ab	31 bcd	207 abc	100 bcdef	207 ab
171	6.8a	6.8 ab	32 bcd	217 abc	92 def	201 ab
146	6.8a	6.1 abc	30 cd	184 bc	110 abcde	203 ab
149	6.9a	6.7 abc	29 cd	195 abc	108 abcde	210 ab
80	6.9a	6.7 abc	36a	239a	89 ef	212 a
121	6.9a	5.9 bc	33abc	197 abc	108 abcde	212 a
203	6.9a	6.8 ab	33abc	225abc	89 ef	200
110	6.6a	6.4 abc	31 bcd	202 abc	114 abcde	230 a
137	6.4a	6.1 abc	30 cd	182 c	122 abc	221 a
124	6.5a	6.3 abc	33abc	209 abc	95 cdef	198 ab
120	6.7a	6.5 abc	30 cd	195 abc	97 cdef	190 ab
238	6.6a	6.4 abc	30 cd	190 bc	109 abcde	206 ab
163	6.4a	6.1 abc	31 bcd	190 bc	130 a	247 a
201	6.4a	6.7 abc	30 cd	197 abc	105 abcde	207 ab
106	6.6a	6.4 abc	36a	232ab	100 bcdef	233 a
100	6.4a	6.1 abc	31 bcd	189 bc	127 ab	241 a
234	6.3a	6.1 abc	33 abc	200 abc	91 def	183 ab
225	7.0a	6.5 abc	29 cd	189 bc	104 abcde	196 ab
180	6.7a	6.7 abc	31 bcd	209 abc	110 abcde	231 a
221	6.7a	6.2 abc	32 bcd	195 abc	104 abcde	202 ab
DP50	6.9a	6.7 abc	30 cd	197 abc	119 abcd	236 a
DP80	6.3a	5.8 c	32 bcd	185 bc	77 f	141 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según prueba DMS

Cuadro 4.11 Medidas descriptivas de variables AS, LON, MIC, RES, F/S y L/S de 25 genotipos evaluados en 1997-98.

ESTADISTICO	AS	LON	MIC	RES	F/S	L/S
	cm ²	mm	unid.	1000's lbs/ pulg ²	n°	mg
Máximo	1.04	29.5	4.5	87.5	15308	6.9
Media	0.95	27.8	4.2	84.7	14060	6.4
Mínimo	0.77	27.0	3.1	82.0	12157	5.9
D. estándar	0.053	0.69	0.167	2.03	800.8	0.29
E.E. media	0.010	0.138	0.033	0.406	160.1	0.058
Varianza	0.002	0.480	0.027	4.130	641361	0.086
C. V.	5.5	2.4	3.9	2.39	5.70	4.5

LON Longitud de fibra AS Superficie de área de unidad de semilla

MIC Micronaire F/S Número de fibras / semilla

RES Resistencia L/S Peso de fibra / semilla

Cuadro 4.12 Medidas descriptivas de variables S/B, F/AS, L/AS, L/B, B/M² y LY/M² de 25 genotipos de algodón evaluados en 1997-98.

ESTADISTICO	S/B	F/AS	L/AS	L/B	B/M ²	LY/M ²
	n°	n°	mg	g	n°	g
Máximo	36	15895	7.8	2.3	130	247
Media	31.1	14736	6.7	2.0	105	210.3
Mínimo	29	14085	6.3	1.7	89	183
D. estándar	1.98	558.3	0.310	15.0	10.7	16.5
E.E. media	0.397	111.6	0.062	3.00	2.15	3.31
Varianza	3.943	311741	0.096	226	115.7	274.4
C. V.	6.3	3.79	4.5	7.5	10.2	7.8

F/AS Número fibras / área semilla

L/B Peso de fibra / bellota

L/AS Peso fibra / área semilla

B/M² Capullos / m²

S/B Número de semilla / capullo

LY/M² Rendimiento de fibra / m²

El componente de rendimiento F/AS de los 25 genotipos seleccionados presenta una media de 14736 (Cuadro 4.12), mientras la media de los 250 genotipos bajo estudio es de 13609) todos los genotipos seleccionados fueron con valores más altos a este valor (Cuadro 4.4). Diez de los veinticinco genotipos (215,227,186,210,248,165,171,146,149,80) obtuvieron valores superiores a la media de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.9 y 4.12), aunque para la prueba DMS todos los 25 genotipos son estadísticamente iguales.

El componente de rendimiento LON de los 25 genotipos seleccionados presenta una media de 27.8 (Cuadro 4.12), mientras la media de los 250 genotipos bajo estudio es de 27.5 (Cuadro 4.4). Nueve de los veinticinco genotipos (180,201,100,215,227,225,186,234,120) obtuvieron valores superiores o iguales a la media de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.9 y 4.11), la prueba DMS revela que los genotipos están en 4 tipos diferentes estadísticamente (Cuadro 4.9)

El componente de rendimiento S/B de los 25 genotipos seleccionados presenta una media de 31 (Cuadro 4.12), mientras la media de los 250 genotipos bajo estudio es de 31 (Cuadro 4.4). Trece de los veinticinco genotipos (106,80,121,124,234,203,221,171,163,100,110,180,165) obtuvieron valores superiores o iguales a la media de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.9 y 4.12), la prueba DMS revela que los genotipos están en 4 tipos diferentes estadísticamente (Cuadro 4.10)

El componente de rendimiento B/M^2 de los 25 genotipos seleccionados presenta una media de 105 (Cuadro 13a), mientras la media de los 250 genotipos bajo estudio es de 97 (Cuadro 4.4). Trece de los veinticinco genotipos (163,100,137,110,210,146,215,180,248,238,149,121,201) obtuvieron valores superiores o iguales a la media de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.10 y 4.12), la prueba DMS revela que los genotipos están en 9 tipos diferentes estadísticamente (Cuadro 4.10)

El componente de rendimiento micronaire MIC de los 25 genotipos seleccionados presenta una media de 4.2 (Cuadro 4.11), mientras la media de los 250 genotipos bajo estudio es de 4.3 (Cuadro 4.4). Catorce de los veinticinco genotipos (215, 180, 201, 106, 227, 221, 110, 165, 80, 171, 124, 163, 186, 137) obtuvieron valores inferiores o iguales a la media de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.9 y 4.11), la prueba DMS revela que los genotipos están en 3 tipos diferentes estadísticamente (Cuadro 4.9).

La variable resistencia RES de los 25 genotipos seleccionados presenta una media de 84.7 (Cuadro 4.11), mientras la media de los 250 genotipos bajo estudio es de 84.0 (Cuadro 4.4). Catorce de los veinticinco genotipos (100, 146, 215,149,180,201,221,163,225,210,234,248,124,121) obtuvieron valores superiores o iguales a la media de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.9 y 4.11), aunque para la prueba DMS indica que los 25 genotipos seleccionados son estadísticamente iguales (Cuadro 4.9)

El genotipo 215 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a alto número de fibras/superficie de área de semilla 15895, fibra larga 28.9, alto número de capullos/área 110, bajo índice micronaire 3.9, aunque presentó un moderado número de semillas/capullo 29, y fibra de alta resistencia de un valor de 87.5, con un rendimiento de fibra /área similar a la media de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11 y 4.12).

El genotipo 227 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a un alto número de fibras/superficie de área de semilla 15789 y fibra larga 28.6, y fibra de resistencia de un valor de 28.3, con un valor para capullos/área ligeramente abajo de la media 104, y un número de semillas/capullo ligeramente de 30 abajo de la media. Sin embargo presenta un alto valor para el índice micronaire de 4.4 (Cuadro 4.11).

El genotipo 186 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a alto número de fibras/superficie de área de semilla 15782 y fibra larga 28.3, con resistencia de un valor de 83.8, y un número de semillas/capullo ligeramente de 30 abajo de la media, un bajo índice micronaire de solo 3.9, sin embargo presenta un valor para capullos/área abajo de la media 98 (Cuadro 4.11).

El genotipo 210 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a alto número de fibras/superficie de área de semilla 15711, longitud de fibra ligeramente abajo de la media de 27.5, con alta resistencia de un valor de 85.8, número de capullos/área arriba de la media 111, bajo índice micronaire 4.1, aunque presentó un moderado número

de semillas/capullo 29, no afectó el rendimiento de fibra /área de un valor de 215 arriba de la media de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 248 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a alto número de fibras/superficie de área de semilla 15180, número de capullos/área arriba de la media 109, longitud de fibra ligeramente abajo de la media de 27.4, con alta resistencia de un valor de 85.0, índice micronaire ligeramente arriba de la media 4.3, aunque presentó un moderado número de semillas/capullo 29, no afectó el rendimiento de fibra /área de un valor de 222 arriba de la media de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 165 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a alto número de fibras/superficie de área de semilla 15108, con índice micronaire de un valor igual a la media 4.2, longitud de fibra ligeramente abajo de la media de 27.6, con resistencia de un valor de 82.8, presentó un número de semillas/capullo de 31, número de capullos/área ligeramente abajo de la media 100, el cual si afectó el rendimiento de fibra /área de un valor de 207 ligeramente abajo de la media de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 171 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a alto número de fibras/superficie de área de semilla 15019, con un número de semillas/capullo de 32, sin embargo con un índice micronaire de un valor superior a la media 4.3, longitud de fibra abajo de la media de 27.0, con resistencia de un valor de 82.0, número de capullos/área de un valor de 92 abajo de la media, estos valores si afectaron el

rendimiento de fibra /área de un valor de 201 abajo de la media de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 146 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a alto número de fibras/superficie de área de semilla de 14811, número de capullos/área de un valor de 110 arriba de la media, con un índice micronaire de un valor superior a la media 4.2, con una longitud de fibra ligeramente abajo de la media de 27.7, con alta resistencia de un valor de 87.5, sin embargo con un número de semillas/capullo de 30 abajo de la media, con un rendimiento de fibra /área de un valor de 203 ligeramente abajo de la media de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 149 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a alto número de fibras/superficie de área de semilla de 14801, número de capullos/área de un valor de 108 arriba de la media, el cual se refleja en el rendimiento de fibra /área, con un índice micronaire de un valor superior a la media 4.3, con una longitud de fibra abajo de la media de 27.3, con alta resistencia de un valor de 87.3, sin embargo con un número de semillas/capullo de 29 abajo de la media, con un rendimiento de fibra /área de un valor de 210 igual a la media de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 80 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a alto número de fibras/superficie de área de semilla de 14754, con un número de semillas/capullo de 36 superior a la media, número de capullos/área de un valor de 108 arriba de la media, el cual se refleja en el rendimiento de fibra /área, con un índice micronaire de un valor

superior a la media 4.3, con una longitud de fibra abajo de la media de 27.3, con alta resistencia de un valor de 87.3, con un rendimiento de fibra /área de un valor de 210 igual a la media de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 121 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente al número de semillas/capullo, el cual presenta un valor arriba de la media de 33, número de capullos/área de un valor de 108 arriba de la media el cual se refleja en el rendimiento de fibra /área de 212, el número de fibras/superficie de área de semilla de 14697 fue ligeramente debajo de la media, longitud de fibra ligeramente abajo de la media de 27.7, con resistencia ligeramente abajo de la media de un valor de 84.0, con un índice micronaire de un valor ligeramente superior a la media de 4.3 de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 203 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente al número de semillas/capullo, el cual presenta un valor arriba de la media de 33, número de fibras/superficie de área de semilla de 14614 fue ligeramente abajo de la media, longitud de fibra ligeramente abajo de la media de 27.5, un índice micronaire superior a la media de un valor de 4.4, número de capullos/área de un valor de 89 muy abajo de la media, con resistencia abajo de la media de un valor de 82.5, el cual se refleja en el rendimiento de fibra /área de 200, abajo de la media de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 110 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente al número de semillas/capullo, el cual presenta un valor igual a la media de 31, número de capullos/área de un valor

de 114 arriba de la media, el cual se refleja en el rendimiento de fibra /área de 230 arriba de la media, con un índice micronaire igual a la media de un valor de 4.2, número de fibras/superficie de área de semilla de 14560 fue abajo de la media, longitud de fibra ligeramente abajo de la media de 27.5, con resistencia de un valor de 82.8 abajo de la media de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 137 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente al número de capullos/área de un valor de 122 arriba de la media, el cual se refleja en el rendimiento de fibra /área de 221 arriba de la media, con un índice micronaire abajo a la media de un valor de 4.1, número de fibras/superficie de área de semilla de 14514 fue abajo de la media, longitud de fibra abajo de la media de 27.0, número de semillas/capullo el cual presenta un valor abajo a la media de 30, con resistencia de un valor de 83.3 abajo de la media de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 124 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente al número de semillas/capullo, el cual presenta un valor arriba a la media de 33, con un índice micronaire igual a la media de un valor de 4.2, número de fibras/superficie de área de semilla de 14489 fue abajo de la media, longitud de fibra abajo de la media de 27.4, con resistencia de un valor de 84.5 ligeramente abajo de la media, número de capullos/área de un valor de 95 abajo de la media, el cual se refleja en el rendimiento de fibra /área de 198 abajo de la media, de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 120 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a la longitud de fibra igual a la media de 27.8, número de fibras/superficie de área de semilla de 14469 fue abajo de la media, número de semillas/capullo el cual presenta un valor abajo a la media de 30, con un índice micronaire igual a la media de un valor de 4.3, con resistencia de un valor de 82.0 abajo de la media, número de capullos/área de un valor de 97 abajo de la media, el cual se refleja en el rendimiento de fibra /área de 190 abajo de la media, de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 238 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a número de capullos/área de un valor de 109 arriba de la media, número de fibras/superficie de área de semilla de 14451 fue abajo de la media, la longitud de fibra abajo de la media de 27.6, número de semillas/capullo el cual presenta un valor abajo a la media de 30, con un índice micronaire igual a la media de un valor de 4.2, con resistencia de un valor de 82.88 abajo de la media, el cual se refleja en el rendimiento de fibra /área de 206 abajo de la media, de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 163 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a número de semillas/capullo el cual presenta un valor igual a la media de 31, con un índice micronaire abajo a la media de un valor de 4.1, con resistencia de un valor de 86.5 arriba de la media, número de capullos/área de un valor de 130 arriba de la media, el cual se refleja en el rendimiento más alto de fibra /área de 247, número de fibras/superficie de área de semilla de 14386 fue abajo de la media, la longitud

de fibra abajo de la media de 27.6, de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 201 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a número de capullos/área de un valor de 105 igual a la media, con un índice micronaire abajo a la media de un valor de 3.9, con resistencia de un valor de 86.8 arriba de la media, número de semillas/capullo el cual presenta un valor abajo a la media de 30, la longitud de fibra arriba de la media de 29.0, el cual se refleja en el rendimiento más alto de fibra /área de 207 ligeramente abajo de la media, número de fibras/superficie de área de semilla de 14381 fue abajo de la media, de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 106 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a número de semillas/capullo el cual presental valor más alto de 36, el cual se refleja en rendimiento alto de fibra /área de 233 arriba de la media, número de fibras/superficie de área de semilla de 14337 fue abajo de la media, la longitud de fibra abajo de la media de un valor de 27.0, con un índice micronaire arriba a la media de un valor de 4.3, con resistencia de un valor de 83.5 arriba de la media, número de capullos/área de un valor de 100 abajo de la media de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 100 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a la longitud de fibra arriba de la media de un valor de 28.9, número de semillas/capullo de un valor de 31 igual a la media, número de capullos/área de un valor de 127 arriba de la media, el cual

se refleja en rendimiento alto de fibra /área de 241 arriba de la media, número de fibras/superficie de área de semilla de 14215 fue abajo de la media, con un índice micronaire abajo a la media de un valor de 4.0, con resistencia de un valor de 87.5 arriba de la media, de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 234 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a la longitud de fibra arriba de la media de un valor de 27.8, número de semillas/capullo de un valor de 33 arriba de la media, número de fibras/superficie de área de semilla de 14131 fue abajo de la media, número de capullos/área de un valor de arriba de la media, el cual se refleja en rendimiento de fibra /área de 183 abajo de la media, con un índice micronaire arriba a la media de un valor de 4.1, con resistencia de un valor de 85.5 arriba de la media, de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 225 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a la longitud de fibra arriba de la media de un valor de 28.5, número de fibras/superficie de área de semilla de 14112 fue abajo de la media, número de semillas/capullo de un valor de 29 abajo de la media, el cual se refleja en rendimiento de fibra /área de 196 abajo de la media, número de capullos/área de un valor ligeramente abajo de la media 104, con un índice micronaire arriba a la media de un valor de 4.5, con resistencia de un valor de 86.3 arriba de la media, de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 180 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a la longitud de fibral cual presental

valor más alto de un valor de 29.5, número de semillas/capullo de un valor de 31 igual a la media, número de capullos/área de un valor arriba de la media 110, el cual se refleja en rendimiento de fibra /área de 231 arriba de la media, número de fibras/superficie de área de semilla de 14111 fue abajo de la media, con un índice micronaire abajo de la media de un valor de 4.1, con resistencia de un valor de 87.3 arriba de la media, de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El genotipo 221 presentado en el Cuadro 4.9 logró conjuntar las características buscadas en lo referente a número de semillas/capullo de un valor de 32 arriba de la media, número de fibras/superficie de área de semilla de 14085 fue abajo de la media, la longitud de fibral cual presental valor más alto de un valor de 27.6, número de semillas/capullo de un valor de 32 arriba de la media, número de capullos/área de un valor de 104 ligeramente abajo de la media, el cual se refleja en rendimiento de fibra /área de 202 abajo de la media, con un índice micronaire arriba de la media de un valor de 4.4, con resistencia de un valor de 86.8 arriba de la media, de los 25 genotipos seleccionados (Cuadro 4.11).

El sitio fructífero es un componente importante en los programas de mejoramiento de algodón específicamente en la selección de genotipos con altos rendimientos y calidad de fibra. De los 248 genotipos y 2 testigos evaluados en este estudio se realizó un mapeo de plantal cual se presenta un concentrado de los 25 genotipos seleccionados en el Cuadro 4.13.

Los 25 genotipos seleccionados presentaron un patrón de fructificación con el más alto grupo de capullos de un rango de 30.2% a 54.8% en la posición 1

(FP1), seguido por la posición 2 (FP2) de un rango de 21.7% a 35.4%, esto coincide con lo reportado por Jenkins *et al* (1990a, 1990b) y Sequeira y El-Zic (1991).

En los genotipos 80, 100, 110, 137, 163, 165, 171, 186, 203, 210, 215, 225, 227, 248, se puede observar que se obtuvo más de 40% de algodón producido de capullos en la primera posición, destacando los genotipos 165, 210, 215, y 227, esto es importante ya que la fibra en la primera posición fructífera (FP1) es más larga y más madura que la fibra FP2 o FP3 y subsiguientes, según lo reportan Kerby *et al* (1993), Heitholt y Schmidt (1994).

Por el contrario los genotipos 121, 146, 149, 221, 238, obtuvieron de 30 a más capullos por planta en la posición fructífera 3 o capullos subsiguientes (FP3+), con un porcentaje mayor que las posiciones fructíferas FP1 y FP2 (ver Cuadro 14), con fibras de longitud menos largas, lo cual se corrobora con lo mencionado por Kerby *et al* (1993), Heitholt y Schmidt (1994). Sin embargo obtuvieron los más altos valores para las variables B/M^2 y LY/M^2 (ver Cuadro 12), estos genotipos que no obtuvieron un porcentaje alto de retención de FP1 en el 95% de la zona presentaron la capacidad compensatoria del algodón demostrada por Ungar *et al* (1987). El más alto porcentaje de retención de FP1 en el 95% de la zona fue para los genotipos 110, 215.

Se considera conveniente incluir en las siguientes evaluaciones una exploración de los factores fisiológicos responsables de la pérdida de órganos fructíferos.

Cuadro 4.13. Concentrado de mapeo de planta de 25 genotipos de los 250 genotipos de algodón evaluados en 1997-98.

Genotipos	R.fruc. ^α	N.v. R. f. ^β	Al ^γ	FP1 ^ς	FP2 ^ω	FP3+ [≡]	Cv ^δ	Cp ^ε	%R FP1 ^φ
80	14.9	6.0	1.0	41.5	22.2	29.5	6.8	23.4	58.1
100	15.6	6.0	1.3	41.4	33.3	25.2	0.0	22.2	53.8
106	14.2	6.0	1.1	35.6	33.0	30.5	0.9	23.3	51.3
110	14.6	6.0	1.1	43.0	32.1	18.9	6.0	24.9	72.1
120	15.6	6.0	1.2	37.6	30.3	28.1	4.0	27.4	57.1
121	17.0	6.0	1.1	31.1	22.9	38.1	7.9	32.8	57.1
124	14.6	6.0	1.2	32.1	27.5	36.7	3.6	30.5	58.1
137	14.9	6.0	1.5	44.5	29.5	25.6	0.4	25.4	63.5
146	13.2	6.0	1.4	32.2	23.8	39.4	4.6	30.7	59.4
149	17.8	6.0	1.5	30.2	25.2	41.4	3.2	43.7	66.8
163	14.1	6.0	1.1	40.5	33.0	24.2	2.2	22.7	58.7
165	15.4	6.0	1.2	49.5	27.0	20.7	2.7	22.2	60.6
171	14.7	6.0	1.3	40.0	29.6	26.8	3.6	25.0	60.0
180	16.3	6.0	1.3	38.2	29.3	31.4	1.1	28.0	56.7
186	16.9	6.0	1.4	45.6	25.3	27.2	1.9	26.1	67.6
201	16.5	6.0	1.3	36.4	29.0	31.3	3.4	29.7	57.2
203	13.8	6.0	1.0	47.1	27.7	19.9	5.3	20.6	54.7
210	16.6	6.0	1.1	49.6	25.8	22.0	2.5	23.6	55.5
215	16.8	6.0	1.3	51.2	33.5	13.3	2.0	24.8	70.0
221	19.6	6.0	1.4	34.8	26.1	39.1	0.0	41.4	69.0
225	17.4	6.0	1.4	42.2	31.6	25.5	0.7	28.2	62.8
227	15.7	6.0	1.3	54.8	25.6	17.8	1.8	21.9	67.6
234	14.5	6.0	1.0	39.4	32.3	24.4	3.9	25.4	63.3
238	14.9	6.0	1.2	31.1	21.7	44.0	3.2	30.9	54.1
248	15.0	6.0	1.3	42.5	34.4	21.7	1.4	21.2	53.8
Dp80	12.8	6.0	1.1	42.4	35.4	18.2	4.0	19.8	57.1
Dp50	19.8	6.0	1.4	33.2	30.1	33.6	3.1	45.2	74.7

^α Número promedio de ramas fructíferas

^β Número promedio de nudos vegetativos a la primera rama fructífera

^γ Altura promedio

^ς % de capullos a posición 1

^ω % de capullos a posición 2

[≡] % de capullos a posición +

^δ % de capullos vegetativos

^ε capullos por planta

^φ % de retención de FP1 en el 95 % de la zona

Un incremento de rendimiento podría producirse explorando los factores fisiológicos responsables de la pérdida de órganos fructíferos asociados con la carga fructífera, tales como los que mencionan Patterson *et al* 1978 ya que encontraron que la tasa fotosintética en hojas jóvenes es marcadamente reducida cuando la carga de capullos es alta, estos investigadores concluyen que la carga de capullos ejerce una gran influencia en el comportamiento de fructificación del algodón, y es el factor mayor que controla el período de desprendimiento de órganos fructíferos en las variedades.

Al parecer la carga de capullos es el factor mayor; ya que cuando esto ocurre, la tasa de crecimiento y floración de la planta disminuyen y la retención de capullos se reduce (Ehlig y LeMert, 1973;Patterson *et al.*, 1978).

El desarrollo de las variedades de algodón upland es facilitado por el conocimiento acerca del tipo de acción genética que controla cada característica de interés, lo que permite al mejorador seleccionar adecuadamente el mejor método de mejoramiento para manipular eficientemente los parámetros de calidad de fibra y componentes de rendimiento más básicos del capullo, por lo que el siguiente paso en relación a estos 25 genotipos seleccionados será el de evaluarlos mediante un cruzamiento dialélico con el propósito la habilidad combinatoria general ACG y la habilidad combinatoria específica ACE, existen reportes al respecto, Coyle y Smith (1997) estimaron la varianza de ACG encontrando que para longitud, resistencia, micronaire, S/B, L/S, F/S, F/AS, fueron varianzas altas y positivas, resultados en el que sugieren una varianza genética fuertemente positiva para esos parámetros de calidad, Sin embargo

estos investigadores indican que para peso de fibra/ unidad de superficie de área de semilla L/AS, la varianza para ACG fue muy baja para este componente de peso, lo que sugieren que esta bajo un control genético dominante.

Una vez que se conozca la varianza ACG y ACE se estará en condiciones de seleccionar los progenitores que obtengan la mejor habilidad combinatoria general para mejorar la calidad de la fibra, con alta resistencia, incrementando la longitud, y disminuyendo el diámetro de la fibra, que progenitores presentan la mejor habilidad combinatoria general para obtener los más altos valores de porcentaje de fibra y más semillas / capullos, sin disminuir el peso de fibra /semilla, y el número de fibras / unidad de superficie de área de semilla. Esto permitirá determinar que progenitores serán usados en combinaciones de cruza simples, cruza triples, retrocruza modificada, o selección recurrente.

5. CONCLUSIONES

1.- Existe una amplia variabilidad, tanto para las variables de componentes de rendimiento de fibra, entre los 248 genotipos incluidos.

2.- Las medidas descriptivas de variables de componentes de rendimiento de fibra indican que estos materiales genéticos son promisorios para desarrollar variedades de alto rendimiento y calidad de fibra.

3.- El peso de fibra/unidad de superficie de área de semilla (L/AS) y el número de fibras/unidad de superficie de área de semilla (F/AS) son los componentes de rendimiento básicos donde cada fibra de algodón es una extensión de la pared de la epidermis de una célula.

4.- Existe una correlación altamente significativa entre F/AS y L/AS donde un incremento en F/AS resulta en un alto incremento de L/AS.

5.- Las asociaciones de F/AS con MICRONAIRE y LONGITUD son negativas, muestran que una selección hacia genotipos de fibras gruesas conduciría al genotipo a producir menor número de F/AS, la selección para incrementar longitud aun cuando resulta también en una disminución F/AS es de menor magnitud .

6.- Las asociaciones de S/B con L/AS y F/AS son negativas y ambas conducirían hacia una reducción del número de semillas por cápsula, sin embargo seleccionar hacia F/AS es de un efecto menor.

7.- Las asociaciones de S/B con L/S, L/AS, F/S, F/AS son negativas con un nivel de intensidad de mayor a menor grado respectivamente, esto mismo sucede con las asociaciones de B/M² con L/S, L/AS, F/S, F/AS, esto permite concluir que el involucrar la superficie de la semilla en las características

cuantitativas de peso y número de fibra disminuye el efecto negativo de la asociación.

8.- Las asociaciones de L/B con S/B y F/AS son positivas, seleccionar hacia ambos incrementaría significativamente el peso de fibra por cápsula.

9.- El componente de rendimiento de B/M^2 es el de mayor importancia para la obtención de mayor LY/M^2 .

10.- Existe una asociación positiva para LY/M^2 con Micronaire y asociaciones negativas para LY/M^2 con Longitud y Resistencia de fibra.

11.- El análisis de coeficiente de sendero de L/AS y sus 3 componentes de rendimiento F/AS, Longitud, Micronaire indica que F/AS es el de mayor influencia. Micronaire fue el componente de influencia intermedia, Longitud de fibra fue el componente de menor influencia en L/AS, esto permite concluir que F/AS es el componente de rendimiento en el nivel básico mas importante.

12.- El coeficiente de sendero de L/B y sus dos componentes de rendimiento L/AS y S/B indican que ambos tienen influencia similar en L/B.

13.- El coeficiente de correlación y el coeficiente de sendero permiten identificar y seleccionar los componentes de rendimiento de mayor eficiencia para la mejora en rendimiento y calidad de fibra de algodón de los cuales se consideran los siguientes: genotipos que presente un mayor F/AS por ser este el de mayor influencia en L/AS, además que incluyan fibras de Longitud intermedia a alta ya que esta altamente correlacionada con Resistencia de fibra, además que incluyan un alto S/B, semillas de tamaño pequeño ya que entre mayor sea el numero de semillas por cápsula, mayor será el peso de fibra por cápsula, además que incluyan los genotipos seleccionados el mayor numero de B/M^2 , ya que este es el componente de mayor influencia en LY/M^2 .

6. RESUMEN

El presente trabajo experimental consistió en evaluar 248 genotipos de algodón y dos variedades testigo (Deltapine 80 y Deltapine 50) durante dos años en 1997 y 1998 en Torreón Coah. México.

Los componentes de rendimiento del peso de fibra/unidad de superficie de área de semilla (L/AS) lo componen: número de fibras/unidad de superficie de semilla (F/AS) , longitud de fibra (LON), índice micronaire (MIC) y presentan correlaciones de MIC con L/AS, LON con L/AS, y de F/AS con L/AS con valores de 0.034 , 0.083, 0.747** .

Las correlaciones de peso de fibra por capullo (L/B) con S/B y F/AS presentan valores de 0.622**, 0.477** respectivamente, seleccionar hacia un incremento de S/B y F/AS existe una alta correlación en ambas hacia un mayor L/B. Correlaciones de rendimiento de fibra por metro cuadrado (LY/M^2) con L/B y numero de cápsulas por metro cuadrado (B/M^2) muestran valores de 0.232*, 0.851** respectivamente, el componente de rendimiento de B/M^2 es el de mayor importancia para la obtención de mayor LY/M^2 .

El análisis de coeficiente de sendero de L/AS y sus 3 componentes de rendimiento F/AS, LON, MIC, indica que F/AS fue el de mayor influencia con un efecto directo de 1.2185 y se corrobora con una correlación simple altamente significativa de 0.747*. Micronaire fue el componente de influencia intermedia de L/AS con un valor directo de 0.7105, Longitud fue el componente de influencia mas baja en L/AS con un valor directo de 0.3604.

El análisis de coeficiente de sendero de L/B y sus dos componentes de rendimiento L/AS y S/B, indican que ambos tienen una influencia importante en L/B con efectos directos de 0.7907 y 0.7885 respectivamente.

El análisis de coeficiente de sendero de LY/M² y sus dos componentes de rendimiento L/B y B/M², indica que B/M² fue el de mayor influencia con un efecto directo de 0.9221, este alto valor se corrobora con la correlación simple de mas alto valor y significativo de 0.851**. L/B presento una menor influencia en LY/M² con un efecto directo de 0.3963. La correlación simple entre estas dos variables fue la segunda en importancia de 0.232*.

De los 248 genotipos evaluados en este estudio se aplicó una presión de selección del 10 % resultando 25 genotipos sobresalientes.

7. LITERATURA CITADA

- Al-Jibouri, H. A., P.A. Miller, and H. F. Robinson. 1958. Genotypic and environmental variances and covariances in an upland cotton cross of interspecific origin. *Agron. J.* 50:633-636
- Al-Rawi, K.M. and R.J. Kohel. 1969. Diallel analysis of yield and other agronomic characters in *Gossypium hirsutum*. *Crop Sci.*,9: 779-783.
- Al-Rawi, K.M. and R.J. Kohel. 1970. Gene action in the inheritance of fiber properties in intervarietal diallel crosses of Upland cotton, *Gossypium hirsutum*. *Crop Sci.*, 10: 82-85.
- Baker, J.L., and L.M. Verhalen. 1973. The inheritance of several agronomic and fiber properties among selected lines of Upland cotton, *Gossypium hirsutum*. *Crop Sci.*, 13: 444-450.
- Barreto, H.J., G.O. Edmeades, S.C. Chapman y J. Crossa. 1993. El diseño Alfa-Látice en fitomejoramiento y agronomía: generación y análisis. Síntesis de resultados experimentales del PRM 1992, Vol.4 (1993), pp.273-283.
- Constable, G.A. 1991. Mapping the production and survival of fruit on field-grown cotton. *Agron. J.* 83:374-378.
- Culp, T.W., and D.C. Harrell. 1972. Variation in fiber and yarn properties of Identical checks in yield tests and nursery plots of upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.* 12:355-358.

- Culp, T.W., and D.C. Harrell. 1975. Influence of lint percent, boll size, and seed size on lint yield of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Crop Sci.* 15: 741-746.
- Culp, T.W., and D.C. Harrell, and T. Kerr. 1979. Some genetic implications in the transfer of fiber strength genes to upland cotton. *Crop Sci.* 19:481-484.
- Coyle, G.G., and C.W. Smith. 1997. Combining ability for within-boll yield Components in cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.* 37:1118 - 1122.
- Ehlig C.F., and R.D. LeMert 1973. Effects of fruit load, temperature, and relative Humidity on boll retention of cotton. *Crop Sci.* 13:168-171.
- Estilai A., B. Ehdaic, H.H. Naqvi., D.A. Dierig., D.D.T. Ray., A.E. Thompson. 1992. Correlations and path analyses of agronomic traits in guayule. *Crop Sci.* 32:953-957.
- 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. *cotton* p.588-590. Proc. Cotton Imp. Conf., Natl. Cotton Council of America, Memphis, TN.
- Fonseca, S. and F.L. Patterson. 1968. Yield component heritabilities and interrelationships in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) *Crop Sci.* 8: 614-617.
- Godoy, A.S. 1984. Genetic study of earliness components in upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. Ph. D. Dissertation. Texas, A & M University collage station, TX.

- Godoy, A.S, G. A. Palomo and C.E.A. García. 1996. Plant mapping of mexican cotton cultivars. Annu.Cotton Improv. Conf., Proc. p.132-135.
- Guinn, G. 1976. Nutritional stress and ethylene evolution by young cotton bolls. Crop Sci. 16:89-91.
- Guinn, G. 1982. Fruit age and changes in abscisic acid content, ethylene production, and abscission rate of cotton fruits. Plant Physiol. 77:16-20
- Guinn, G. 1985. Fruiting of cotton: III. Nutritional stress and cut-out. Crop Sci. 25:981-985.
- Guinn, G., J.R. Mauney. 1984. Fruiting of cotton. II. Effects of plant moisture status and active boll load on boll retention. Agron. J. 76: 94-98.
- Green, C.C., and T.W. Culp. 1990. Simultaneous improvement of yield, fiber quality, and yarn strength in upland cotton. Crop Sci. 30: 66-69.
- Harrell, D.C., and T.W. Culp. 1976. Effects of yield components on lint yield of upland cotton with high fiber strength. Crop Sci. 16:205-208.
- Heitholt, J.J., 1997 Floral bud removal from specific fruiting positions in cotton: yield and fiber quality. Crop Sci. 37: 827-832.
- Heitholt, J.J., and J. H. Schmidt 1994. Receptacle and ovary assimilate concentration and subsequent boll retention in cotton. Crop Sci. 34: 125-131.
- Hodson, E.A. 1920. Lint frequency in cotton with a method for determination. Arkansas Agric. Exp. Str. Bull. 168.

- Jenkins, J.N., J.C. McCarty, Jr., and W.L. Parrott. 1990a. Effectiveness of fruting sites in cotton: Yield. *Crop Sci.* 30:365-369.
- Jenkins, J.N., J.C. McCarty, Jr., and W.L. Parrott. 1990b. Effectiveness of fruting sites in cotton: Boll size and boll set percentage. *Crop Sci.* 30: 857-860.
- Jones, M.A., R. Wells, and D.S. Guthrie. 1996a. Cotton response to seasonal patterns of flower removal: I. Yield and fiber quality. *Crop Sci.* 36:633-638.
- Jones, M.A., R. Wells, and D.S. Guthrie. 1996b. Cotton response to seasonal patterns of flower removal: II. Growth and dry matter allocation. *Crop Sci.* 36:639-645.
- Kandalkar, V.S., H. Patidar, and K.B. Nigam. 1993. Genotypic association and path coefficient analysis in ashwagandha (*Withania somnifera*) Indian *J. Genet.*, 53(3) 257-260.
- Kang, M.S., J.D. Miller, and P.Y.P. Tai. 1983. Genetic and phenotypic path analyses and heritability in sugarcane. *Crop Sci.* 23:643-647.
- Kennedy, C.W., W.C. Smith, Jr., and J.E. Jones. 1986. Effect of early season square removal on three leaf types of cotton. *Crop Sci.* 26:139-145.
- Kerr, T. 1966. Yield components in cotton and their interrelations with fiber quality. *Proc Beltwide Cotton Prod.-Res. Conf.* 1966:276.
- Kerby, T.A., M. Keeley, and S. Johnson. 1987. Growth and development of acala cotton. Univ. California, Division of Agric. Natural Resources Agric. Exp. Stn., Bull. 1921.

- Kerby, T.A., M. Keeley, and M. Watson. 1993. Variation in fiber development as affected by source to sink relationships. p. 1248-1251. *In* D.J. Herber and D.A. Richter (ed) Proc Beltwide Cotton Conf., New Orleans, LA, 10-14 Jan. 1993. Natl. Cotton Council of Am., Memphis, TN.
- Kittock, D.L., J.R. Mauney, H.F. Arle, and L.A. Bariola. 1973. Termination of late Season cotton fruting with growth regulators as an insect control technique. *J. Environ. Qual.* 2:405-408.
- Kletter, T.A., and D. Wallach. 1982. Effects of fruting form removal on cotton reproductive development. *Field Crops Res.* 5:69-84.
- Kowsalya R. and T.S. Raveendran. 1996. Correlation and path coefficient analysis in cotton. *Madras Agric. J.*, 83(11): 705-707.
- Kuruvadi, S. Y Cortinas E.H.M. 1986. Papel de componentes del rendimiento en el mejoramiento genético del frijol común. Comuna N° 123. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Saltillo, Coahuila, México.p.9.
- Manning, H.G., 1956. Yield improvement from a selection index technique with cotton *Heredity* 10: 303-322.
- Maner, B.A., S. Worley. D.C. Harrell, and T.W. Culp. 1971. A Geometrical Approach to yield models in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L). *Crop Sci.* 11:904-906.
- Martínez Z. G., 1997. Instructivo para la estimación de coeficientes de sendero mediante el uso del programa matlab. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Agronomía departamento de Fitomejoramiento. p.1-15.

- Máson, T.G. 1922. Growth and abscission in sea island cotton. *Ann.Bot.* 36: 457-483.
- May, O.L., and C.C. Green., 1994. Genetic variation for fiber properties in elite pee dee cotton populations. *Crop Sci.* 34:684-690.
- Meredith, W.R., Jr. 1985. Lint yield genotype x environment interaction in upland cotton as influenced by leaf canopy isolines. *Crop Sci.* 25: 509-512.
- Meredith, W.R., Jr. and R. R. Bridge. 1971. Breakup of linkage blocks in cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.* 11: 695-698.
- Meredith, W.R., Jr., H.H. Ramey, Jr., and R. R. Bridge. 1975. Determination of yield, yield components, and fiber properties as influenced by selective and nonselective samplings. *Crop Sci.* 15: 432-435.
- Miller, P.A., J.C. Williams, Jr., H.F. Robinson, and R.E. Comstock. 1958. Estimates of genotypic and environmental variances and covariances in upland cotton and their implications in selection. *Agron. J.* 50:126-131.
- Miller, P.A., and A. Marani. 1963. Heterosis and combining ability in diallel crosses of Upland cotton. *Crop. Sci.* 5:441-444.
- Miller, P.A. 1965 Correlated response to selection for increased yield and fiber Tensile strength in cotton p.29-37. *In* H.H. Ramey (ed.) *Proc. Cotton Imp. Conf., Natl. Cotton Council of America, Memphis, TN.*
- Milligan, S.B., K.A. Gravois, K.P. Bischoff, and F.A. Martin. 1990. Crop effects on genetic relationships among sugarcane traits. *Crop.Sci.* 30:927-93.

- Mosqueda, R.V., y G.J. Molina. 1973. Estudio de caracteres correlacionados y Análisis de componentes de rendimiento empleando coeficientes de sendero en *Carica papaya* L. *Agrociencia* 11:3-14.
- Murray, J.C., and Varhalen, L. M. 1969. Genetics studies of earliness, yield, and fiber properties in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Crop. Sci.* 9:752-755.
- Omran, A.O., A.E. El-ganayni and H. Galal. 1974. Heterosis and combining Ability in crosses between *Gossypium hirsutum* and *Gossypium barbadense*. *Cott. Grow. Rev.*, 51:192-209.
- Pandey, R.V., and J.H. Torrie. 1973. Path coefficient analysis in safflower. *Madras Agricultural Journal.* 71(4): 257-258.
- Patterson, L.L., D.R. Buxton, and R.E. Briggs. 1978. Fruiting in cotton as affected by controlled boll set. *Agron. J.* 70:118-122.
- Pettigrew, W.T., J.J. Heitholt, and W.R. Meredith, Jr. 1992. Early season floral bud removal and cotton growth, yield, and fiber quality. *Agron.J.* 84:947-952.
- Pettigrew, W.T. 1994. Source-to-sink manipulation effects on cotton lint yield and yield components. *Agron. J.* 86: 731-735.
- Pettigrew, W.T. 1995. Source-to-sink manipulation effects on cotton fiber quality. *Agron. J.* 87: 947-952.
- Plant E. R. and A.T. Kerby., 1995. CPM: Software for cotton final plant mapping. *Agron. J.* 87:1143-1147.

- Puri, Y.P., C.O. Qualset, and W.A. Williams. 1982. Evaluation of yield components as selection criteria in barley breeding. *Crop. Sci.* 22:927-931.
- Quisenberry J.E. 1975. Inheritance of fiber properties among cross of acala and high plains cultivars of upland cotton. *Crop. Sci.* 15:202-204.
- Richmond, T. R. 1962. How crop climate research contributes to cotton research. *Econ. Bot.* 16:217-220.
- Samonte S.O. PB., L.T. Wilson., and A.M. McClung. 1998. Path analyses of yield and yield-related traits of fifteen diverse rice genotypes.. *Crop Sci.* 38:1130-1136.
- Sadras, V.O. 1995. Compensatory growth in cotton after loss of reproductive organs. *Field Crops Res.* 40: 1-18.
- SAS Institute. 1995. *Statistics and graphics guide*, JPM Version 3.1 SAS Inst., Cary, NC.
- SAS Institute. 1990. *SAS user guide: Statistics*. Version 6 ed. SAS Inst., Cary, NC.
- Self, F.W., and M.T. Henderson. 1954. Inheritance of fiber strength in a cross between the Upland cotton varieties AHA # 50 half and half. *Agron. J.* 46:151-154.
- Sequeira A.R., and El-Zik. K.M. 1991. Fruiting site and water stress effects on cotton yield and fiber quality. p.570-572. *Proc. Cotton Imp. Conf., Natl. Cotton Council of America*, Memphis, TN.

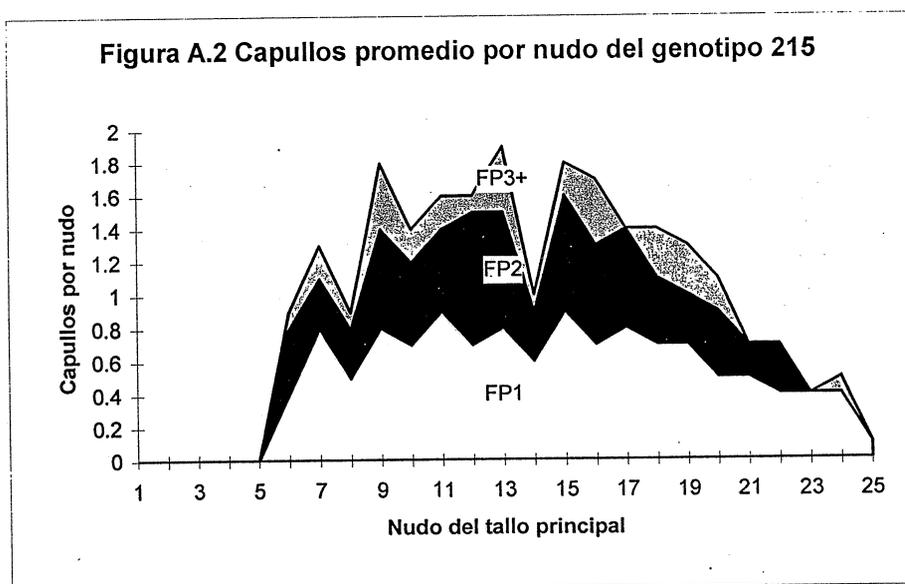
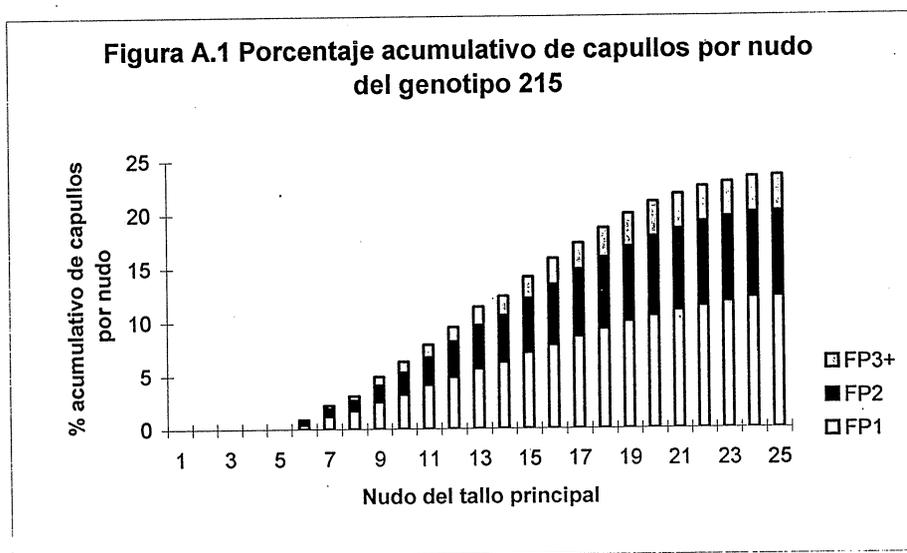
- Scholl, R.L., and P.A. Miller. 1976. Genetic association between yield and fiber strength in upland cotton. *Crop Sci.* 16:780-783.
- Silvela, L., and Diez-Barra R., 1985. Recurrent selection in autogamous species under forced random mating. *Euphytica* 34:817-832.
- Singh, M. and R. K. Singh. 1973. Correlation and path-coefficient analysis in Barley (*Hordeum vulgare* L.). *Indian Journal Agric. Sci.* 43(5): 455-458.
- Smith, C.W., and G.G. Coyle. 1997. Association of fiber quality parameters and within-boll yield components in upland cotton. *Crop Sci.* 37:1775-1779.
- Smith, C.W., and Coyle, G.G., 1997. Association of fiber quality parameters and within-boll yield components in upland cotton. *Crop Sci.* 37: 1775-1779.
- Srivastava, L.S., and S.C.P. Sachan., 1973 Genetic parameters, correlation Coefficient and path-coefficient analysis in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Indian J. Agric. Sci.* 43: 604-607.
- Stewart, J.mCd., and T. Kerr. 1974. Relationship between fiber length increase and seed volume increase in cotton (*Gossypium hirsutum* L). *Crop Sci.* 14:118-120.
- Ungar, E.D., D. Wallach, and E. Kletter. 1987. Cotton response to bud and boll removal. *Agron. J.* 79:491-497.
- Verhalen, L.M., and J.C. Murray. 1967. A diallel analysis of sever fiber property traits in Upland cotton (*Gossypium hirsutum* L). *Crop Sci.* 7:501-505.

- Verhalen, L.M., and J.C. Murray. 1969. A diallel analysis of sever fiber property traits in Upland cotton (*Gossypium hirsutum* L). *Crop Sci.* 9:311-315.
- Ware, J.O., and D.C. Harrell. 1944. The inheritance of strength of lint in Upland cotton. *Agron. J.* 36:976-987.
- Ware, J.O., W.H. Jenkins and D.C. Harrell. 1943. Inheritance of green fuzz, fiber length, and fiber length uniformity in Upland cotton. *Agron. J.* 36:976-987.
- Wells, R., and W.R. Meredith, Jr. 1984. Comparative growth of obsolete and Modern cultivars: III. Relationship of yield to observed growth characteristics. *Crop Sci.* 24: 868-872.
- Willams, W.A., M.B. Jones, and M.W. Demment. 1990. A concise table for path analysis statistics. *Agron. J.* 82: 1022-1024.
- Worley, S.,H.H. Ramey, D.C. Harrell, T.W Culp,. and. 1976. Ontogenetic model of cotton yield. *Crop Sci.* 16:30-34.
- Worley, Smith, Jr., and J. B. Pate. 1963. Field sampling of cotton for quality evaluation. *Annu.Cotton Improv. Conf., Proc.* 15th. Dallas, Tex. p.132-135.
- Worley, Smith, Jr., T.W Culp,. and D.C. Harrell. 1974. The relative contributions of yield components of lint yield of upland cotton. *Gossypium hirsutum* L. *Euphytica* 23.399-403.
- Wright, S. 1921. Correlation and causation. *J. Agric. Res.* 20: 557-597.

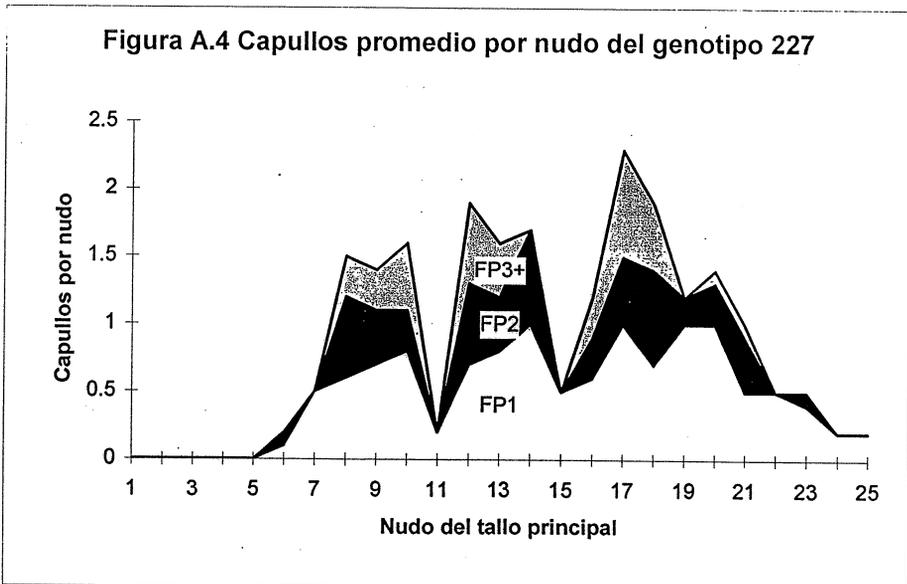
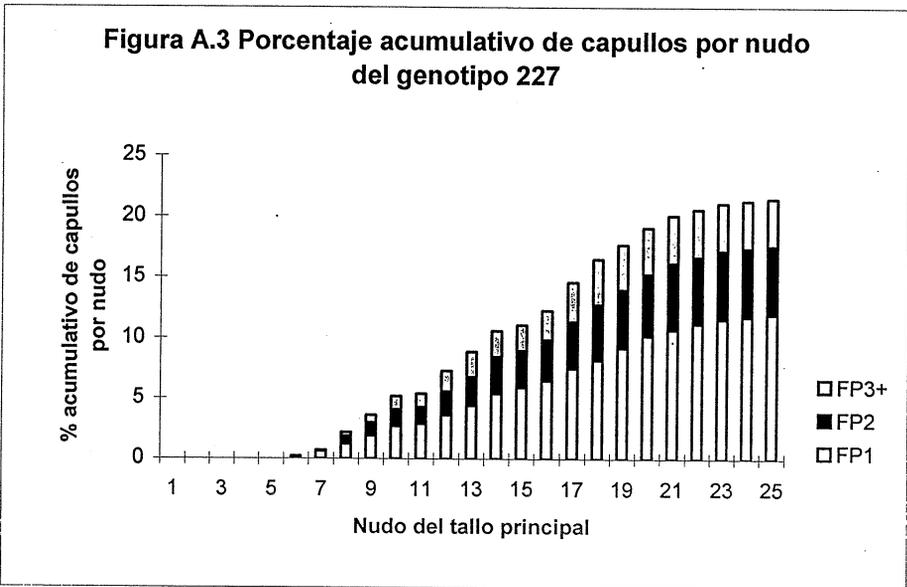
APÉNDICE

MAPEO DE GENOTIPOS SELECCIONADOS

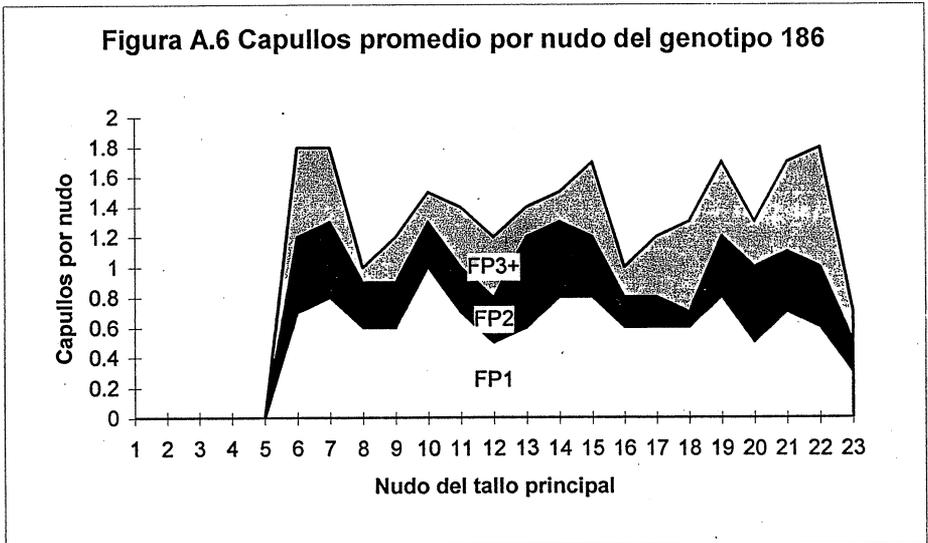
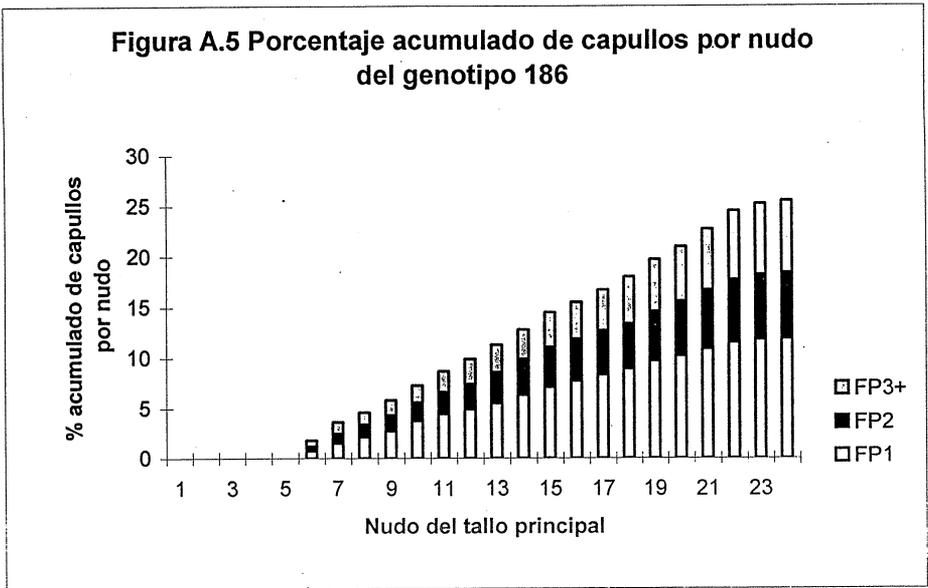
El genotipo 215 presentó una altura promedio de 1.30 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 16.8 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 51.2 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 33.5 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 13.3 por ciento de un total de 24.8 capullos por planta, presentó un 70.0 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Figura. A.1,A.2



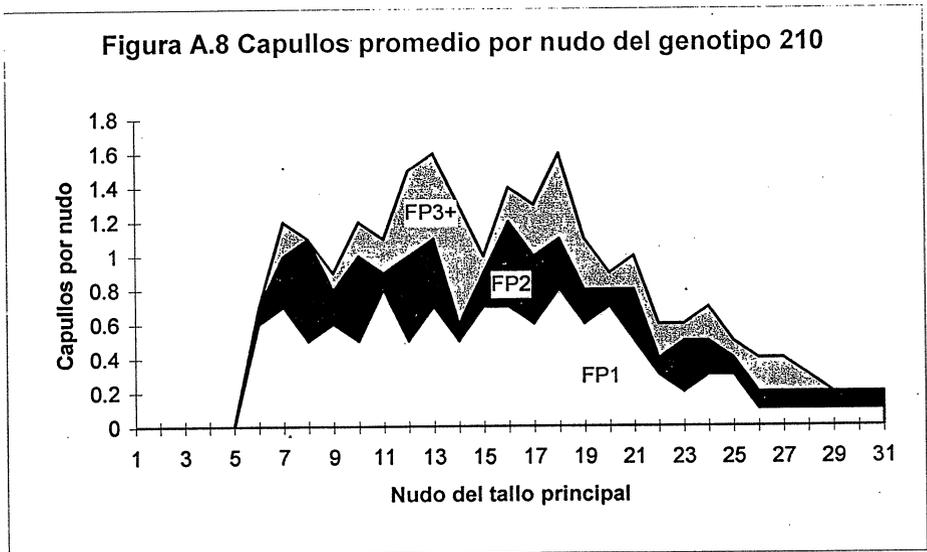
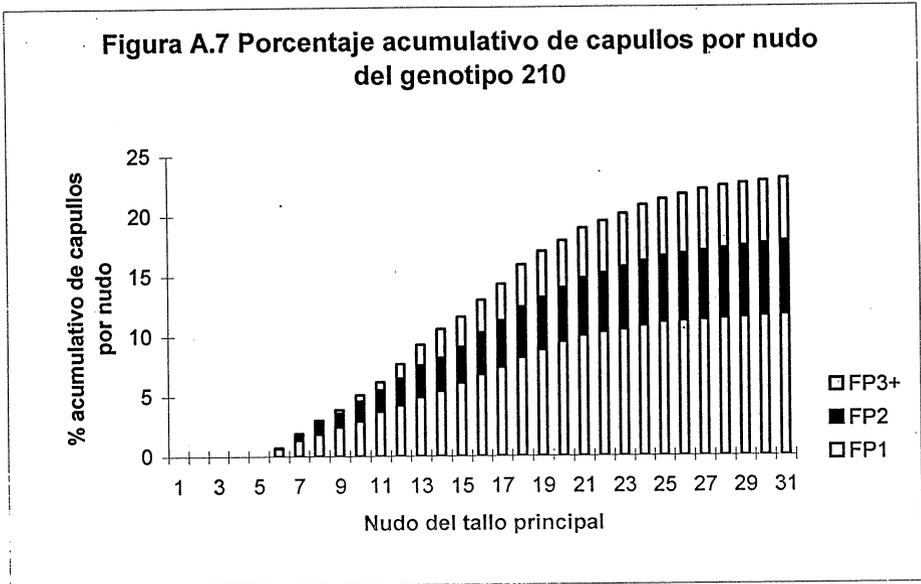
El genotipo 227 presentó una altura promedio de 1.30 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 15.7 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 54.8 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 25.6 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 17.8 por ciento de un total de 21.9 capullos por planta, presentó un 67.6 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Figura A.3, A.4.



El genotipo 186 presentó una altura promedio de 1.40 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 16.9 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 45.6 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 25.3 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 27.2 por ciento de un total de 26.1 capullos por planta, presentó un 67.6 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.5,A.6.



El genotipo 210 presentó una altura promedio de 1.10 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 16.6 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 49.6 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 25.8 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 22.0 por ciento de un total de 23.6 capullos por planta, presentó un 55.5 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.7,A.8.



El genotipo 248 presentó una altura promedio de 1.30 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 15.0 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 42.5 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 34.4 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 21.7 por ciento de un total de 21.2 capullos por planta, presentó un 53.8 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.9,A.10.

Figura A.9 Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 248

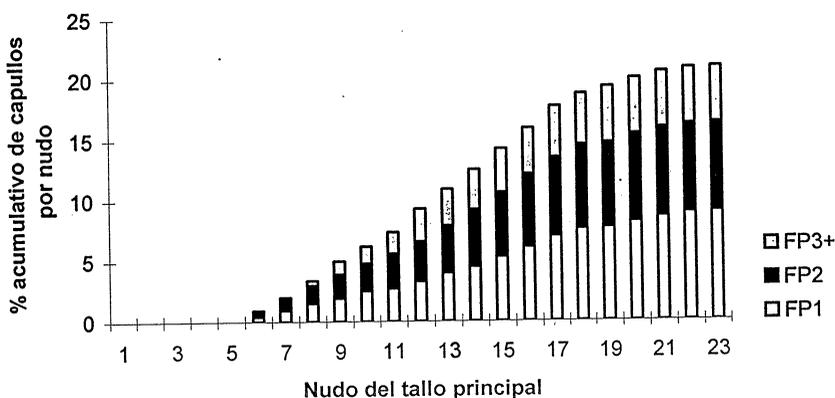
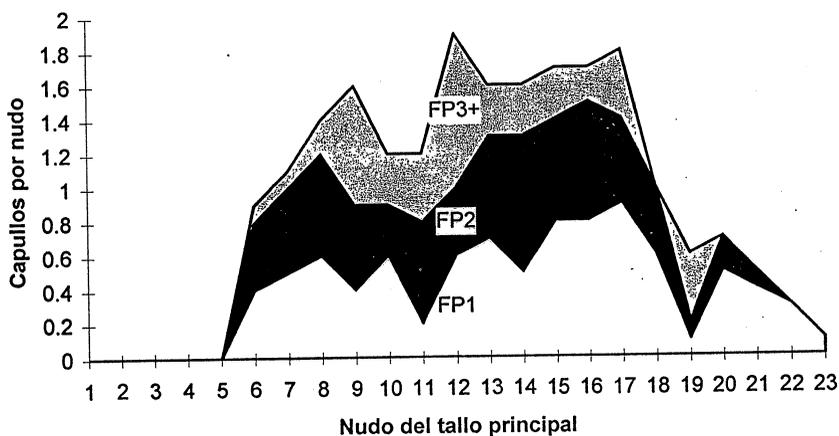
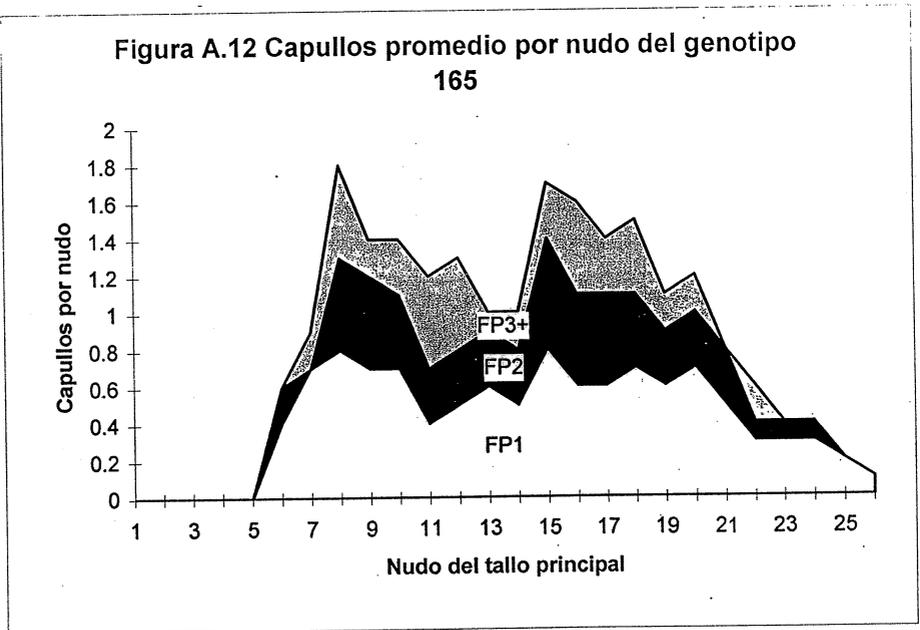
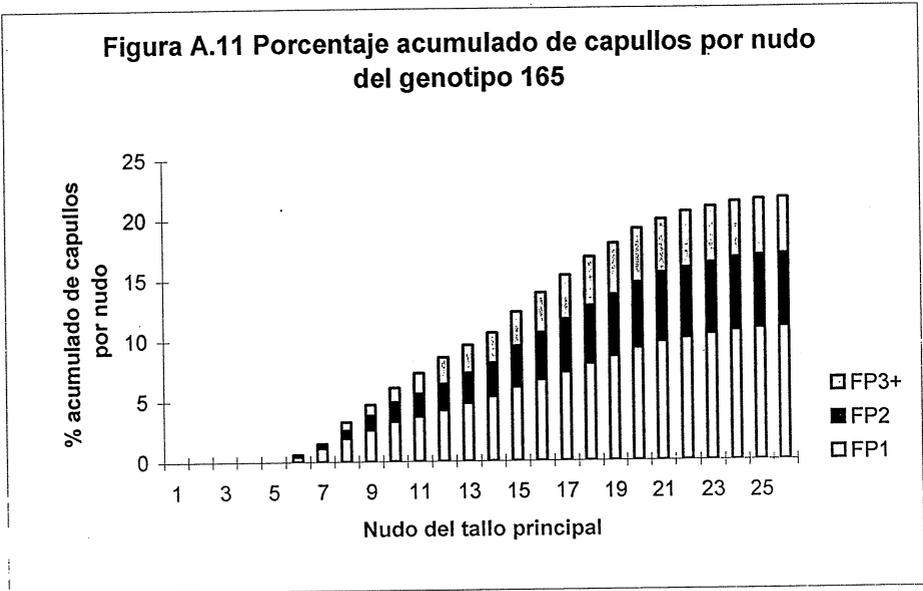


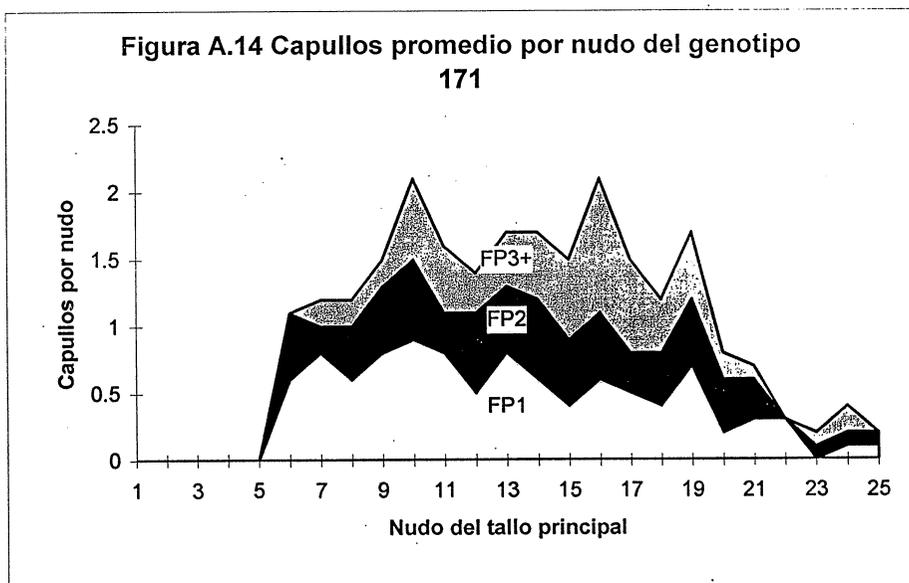
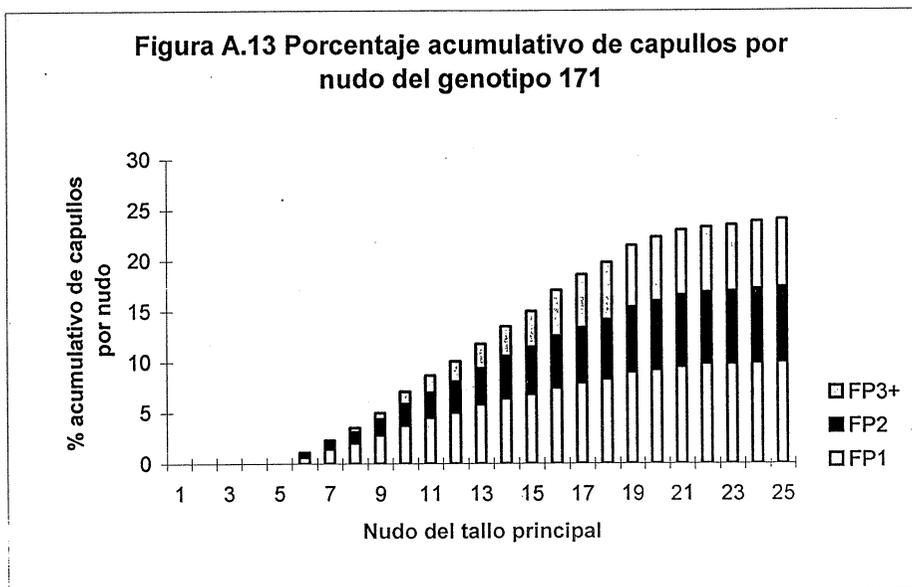
Figura A.10 Capullos promedio por nudo del genotipo 248



El genotipo 165 presentó una altura promedio de 1.20 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 15.4 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 49.5 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 27.0 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 20.7 por ciento de un total de 22.2 capullos por planta, presentó un 60.6 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.11,A.12.



El genotipo 171 presentó una altura promedio de 1.30 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 14.7 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 40.0 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 29.6 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 26.8 por ciento de un total de 25.0 capullos por planta, presentó un 60.0 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro .134, Fig. A.13,A.14.



El genotipo 146 presentó una altura promedio de 1.40 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 13.2 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 32.2 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 23.8 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 39.4 por ciento de un total de 30.7 capullos por planta, presentó un 59.4 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.15,A.16.

Figura A.15 Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 146

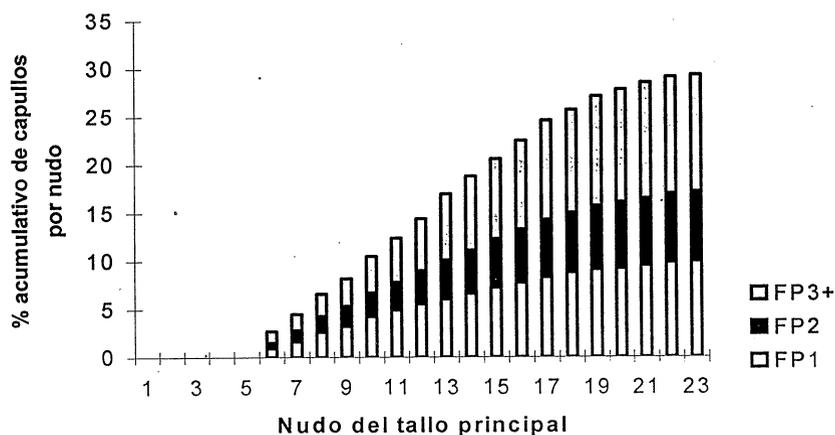
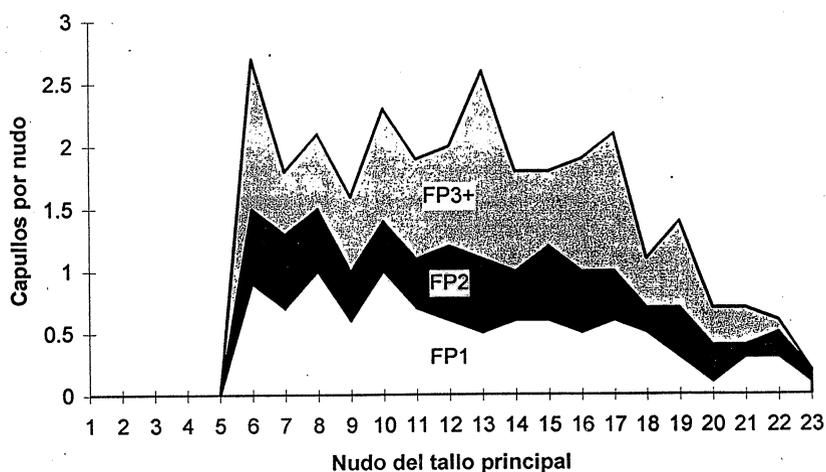


Figura A.16 Capullos promedio por nudo del genotipo 146



El genotipo 149 presentó una altura promedio de 1.50 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 17.8 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 30.2 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 25.2 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 41.4 por ciento de un total de 43.7 capullos por planta, presentó un 66.8 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.17, A.18.

Figura A.17 Porcentaje acumulado de capullos por nudo del genotipo 149

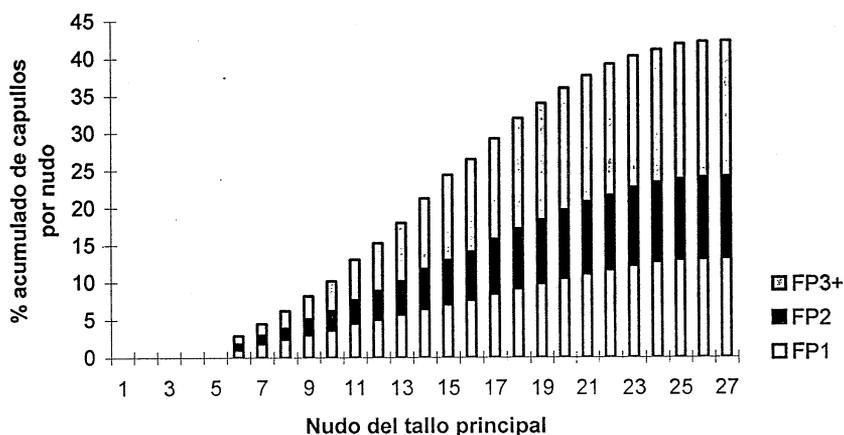
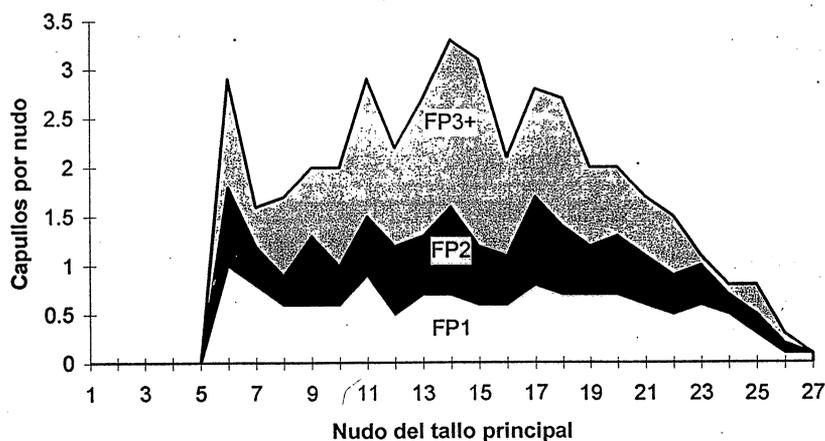


Figura A.18 Capullos promedio por nudo del genotipo 149



El genotipo 80 presentó una altura promedio de 1.0 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 14.9 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 41.5 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 22.2 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 29.5 por ciento de un total de 23.4 capullos por planta, presentó un 58.1 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.19,A.20.

Figura A.19 Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 80

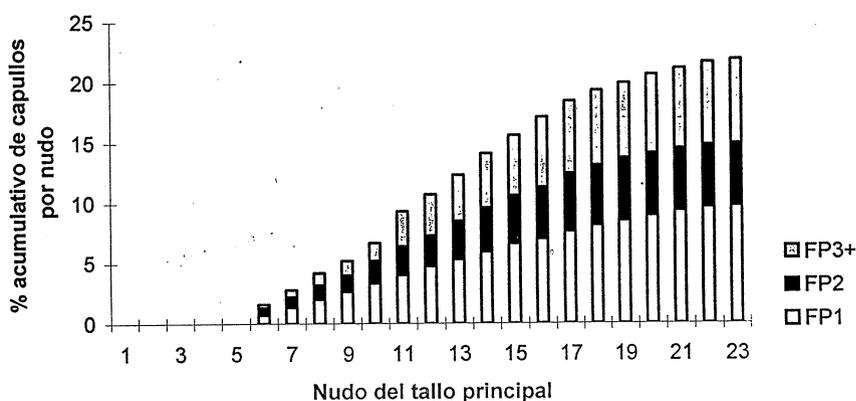
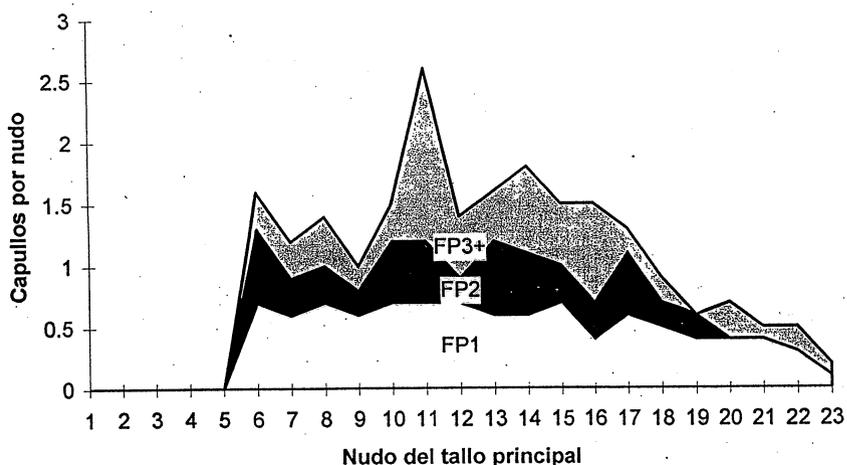


Figura A.20 Capullos promedio por nudo del genotipo 80



El genotipo 121 presentó una altura promedio de 1.1 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 17.0 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 31.1 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 22.9 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 38.1 por ciento de un total de 32.8 capullos por planta, presentó un 57.1 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.21,A.22.

Figura A.21 Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 121

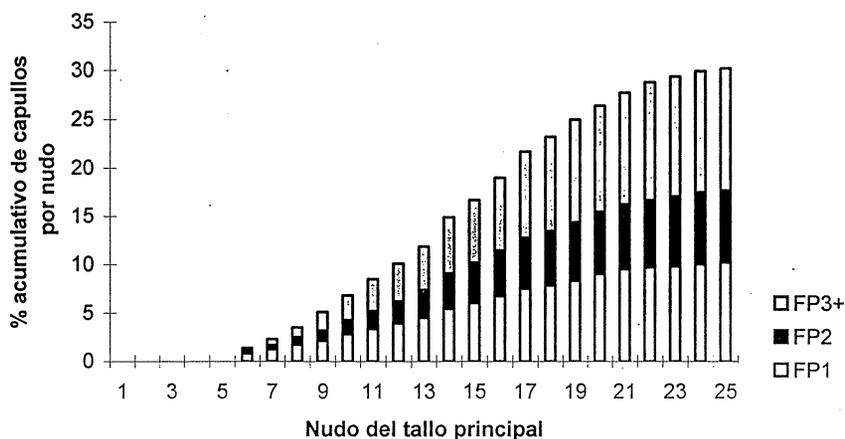
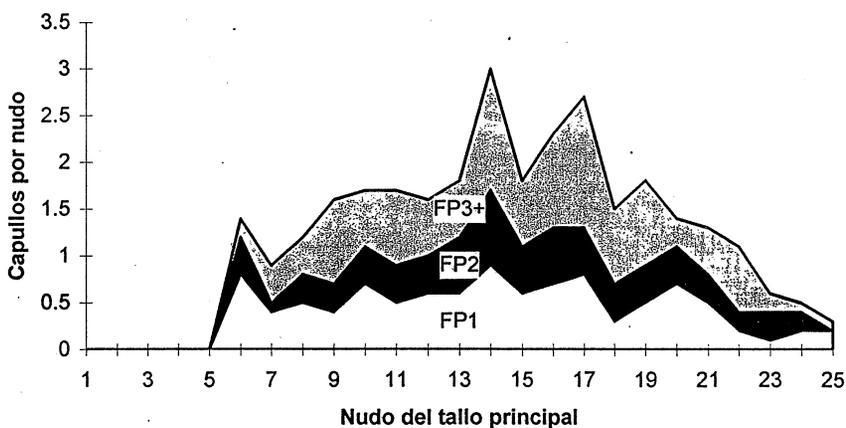


Figura A.22 Capullos promedio por nudo del genotipo 121



El genotipo 203 presentó una altura promedio de 1.0 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 13.8 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 47.1 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 27.7 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 19.9 por ciento de un total de 20.6 capullos por planta, presentó un 54.7 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.134, Fig. A.23,A.24.

Figura A.23 Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 203

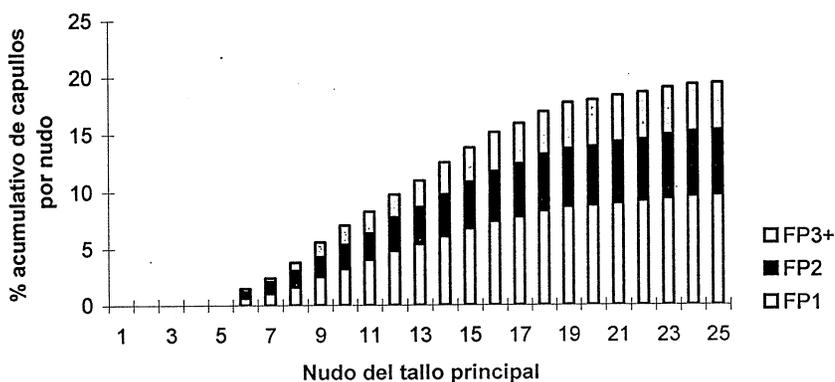
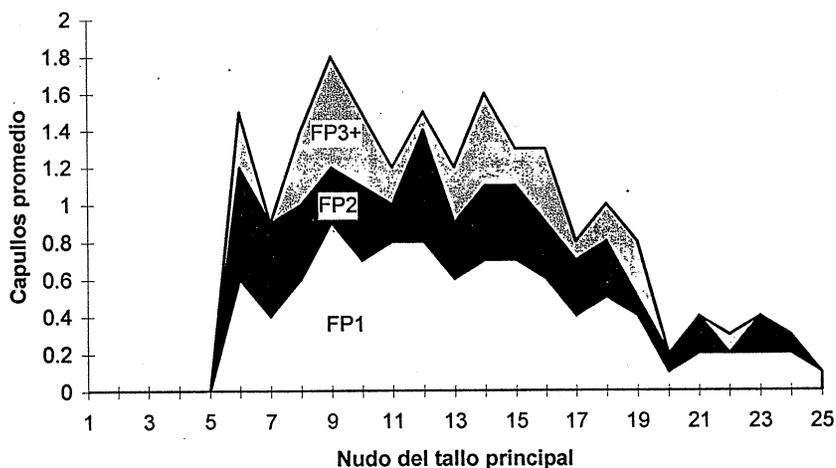
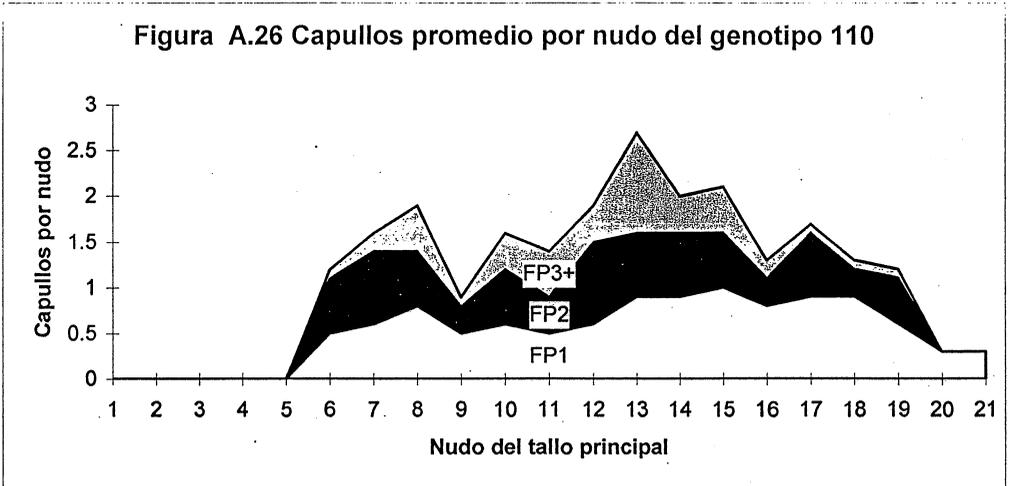
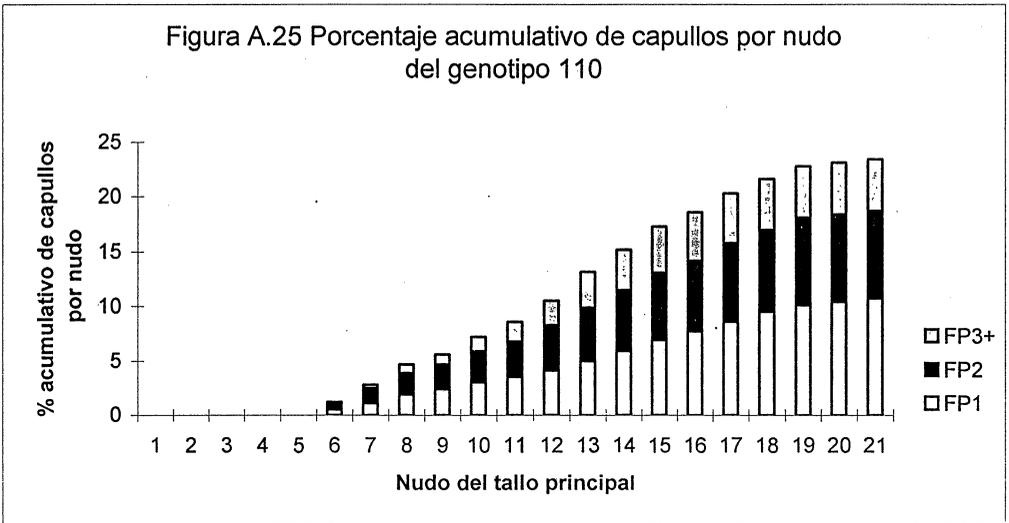


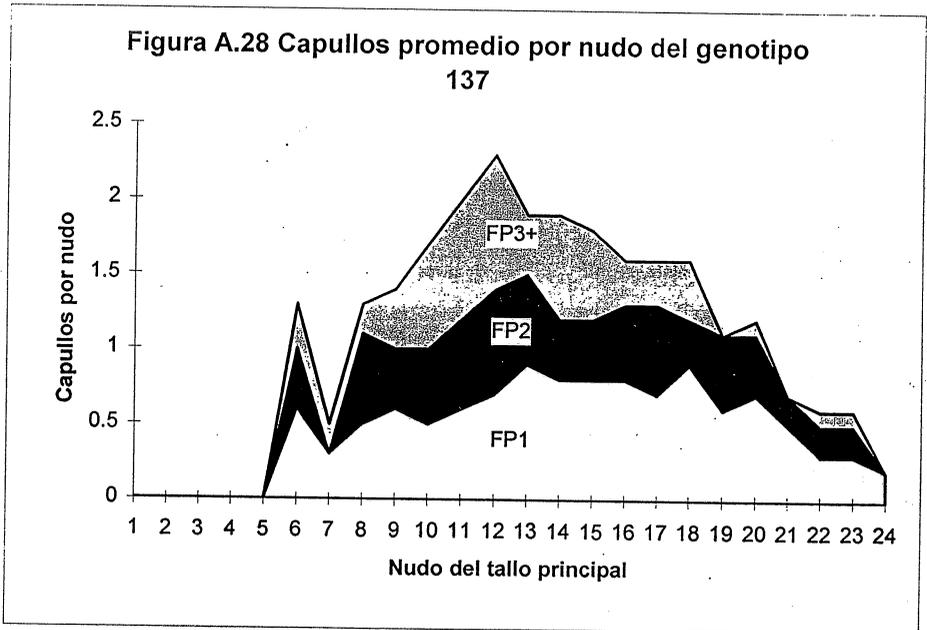
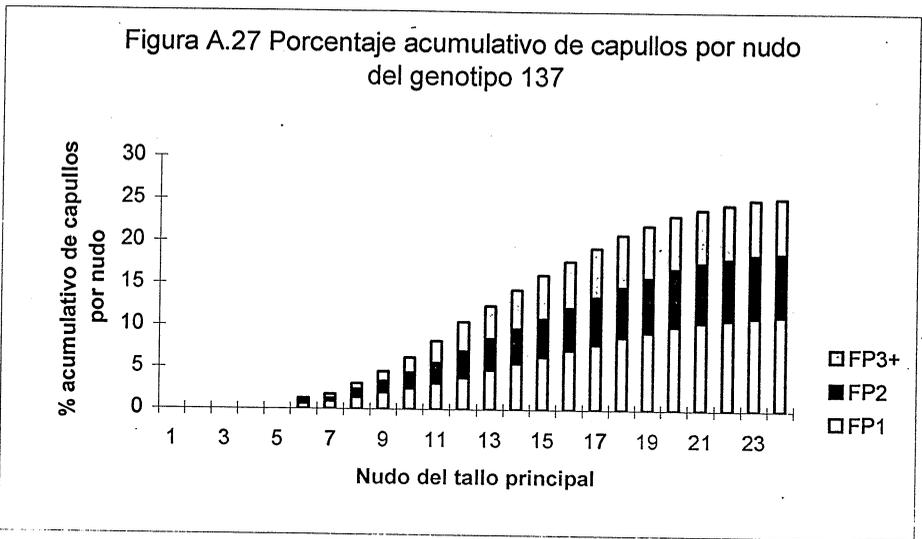
Figura A.24 Capullos promedio por nudo del genotipo 203



El genotipo 203 presentó una altura promedio de 1.1 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 14.6 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 43.0 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 32.1 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 18.9 por ciento de un total de 24.9 capullos por planta, presentó un 72.1 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.25,A.26.



El genotipo 137 presentó una altura promedio de 1.5 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 14.9 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 44.5 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 29.5 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 25.6 por ciento de un total de 25.4 capullos por planta, presentó un 63.5 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.27,A.28.



El genotipo 124 presentó una altura promedio de 1.2 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 14.6 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 32.1 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 27.5 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 36.7 por ciento de un total de 30.5 capullos por planta, presentó un 58.1 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.29,A.30.

Figura A.29 Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 124

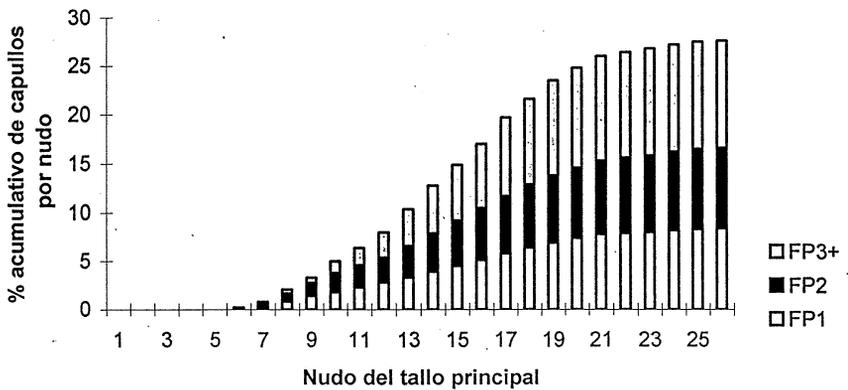
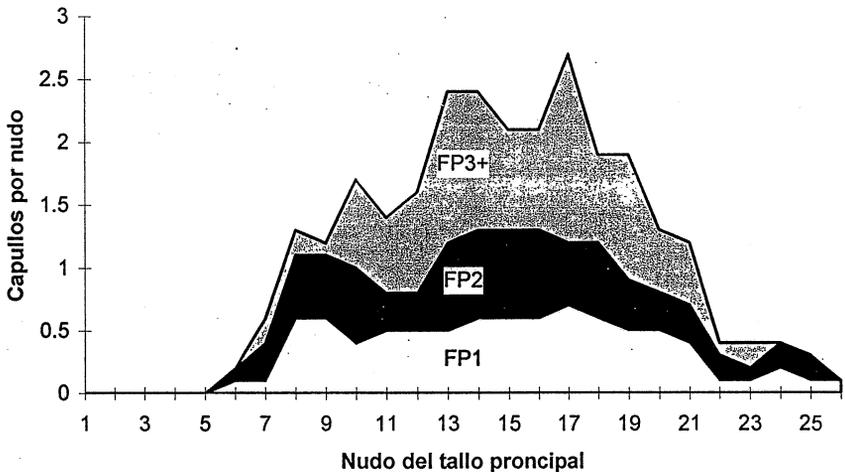
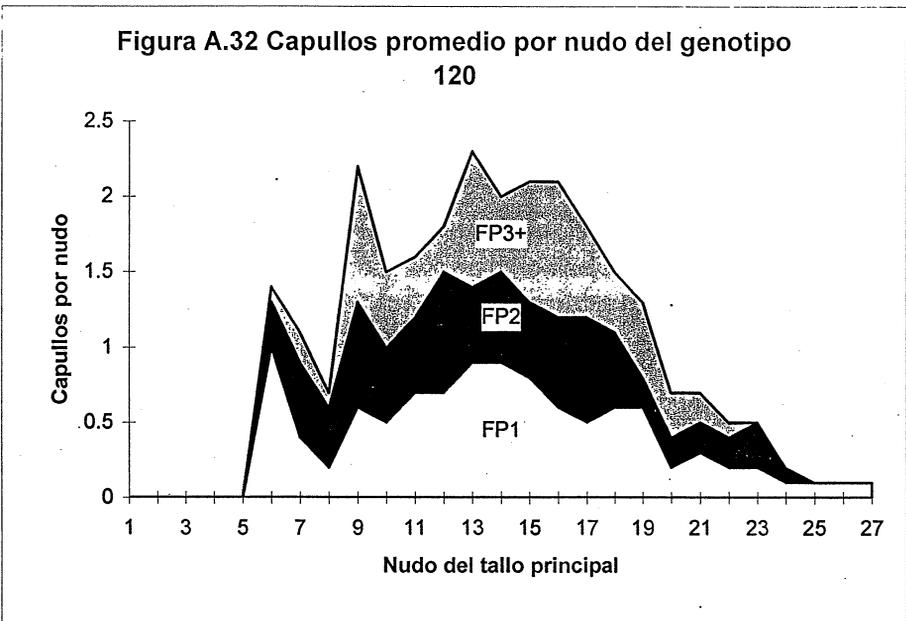
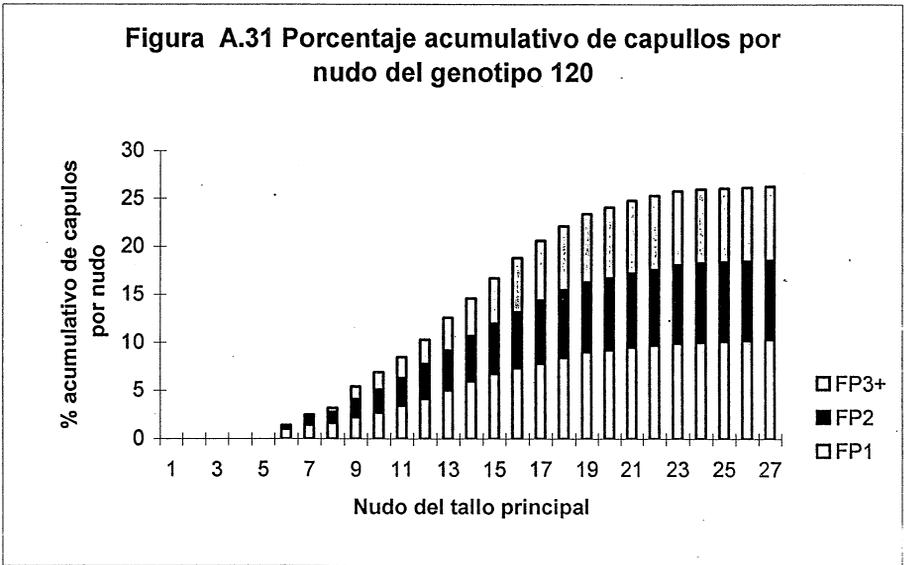


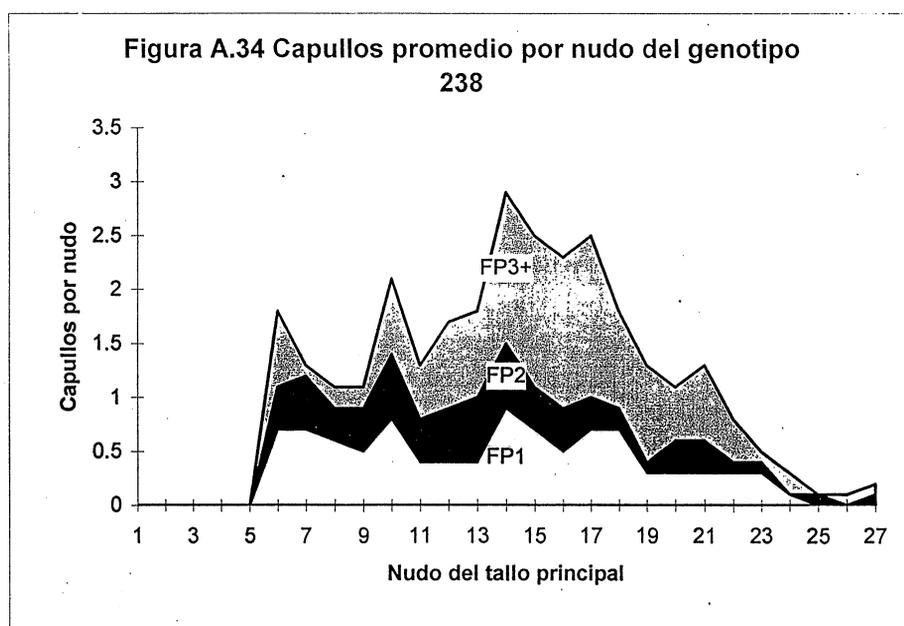
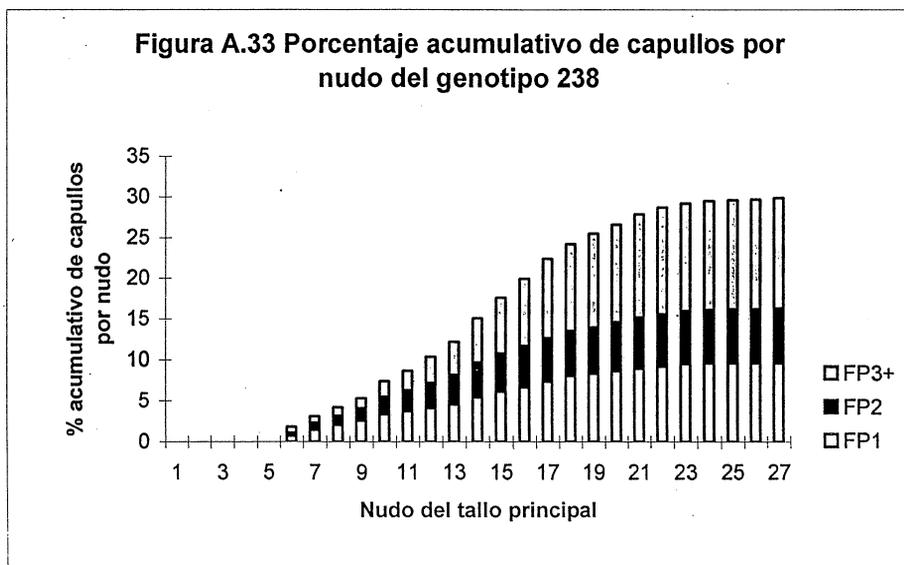
Figura A.30 Capullos promedio por nudo del genotipo 124



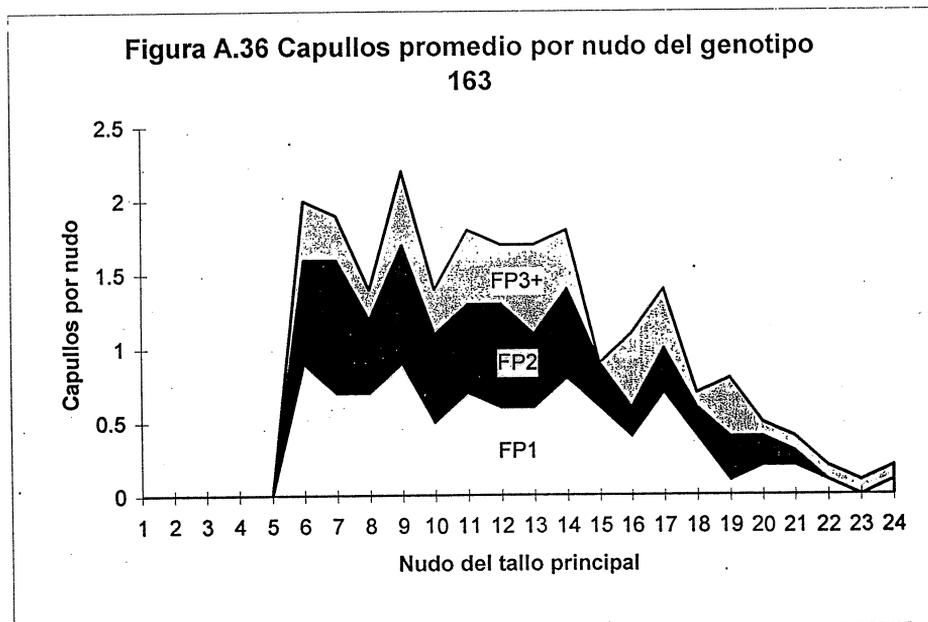
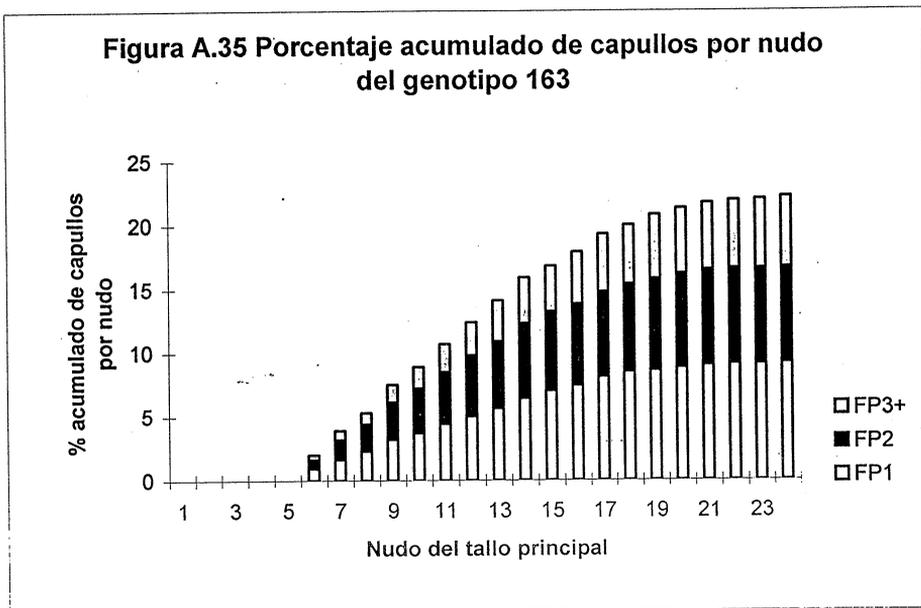
El genotipo 120 presentó una altura promedio de 1.2 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 15.6 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 37.6 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 30.3 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 28.1 por ciento de un total de 27.4 capullos por planta, presentó un 57.1 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.31,A.32.



El genotipo 238 presentó una altura promedio de 1.2 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 14.9 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 31.1 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 21.7 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 44.0 por ciento de un total de 30.9 capullos por planta, presentó un 54.1 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.33,A.34.



El genotipo 163 presentó una altura promedio de 1.1 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 14.1 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 40.5 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 33.0 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 24.2 por ciento de un total de 22.7 capullos por planta, presentó un 58.7 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.35,A.36.



El genotipo 201 presentó una altura promedio de 1.3 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 16.5 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 36.4 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 29.0 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 31.3 por ciento de un total de 29.7 capullos por planta, presentó un 57.2 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.37,A.38.

Figura A.37 Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 201

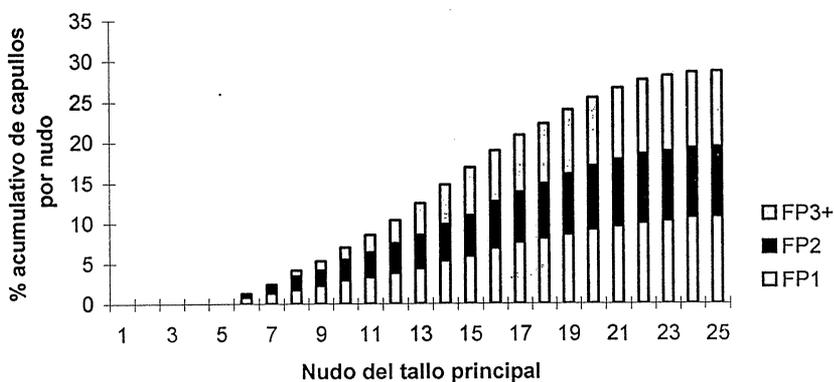
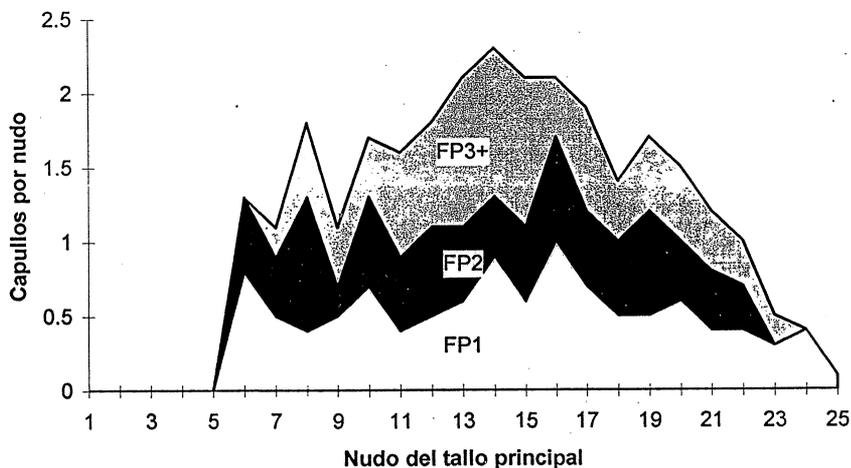
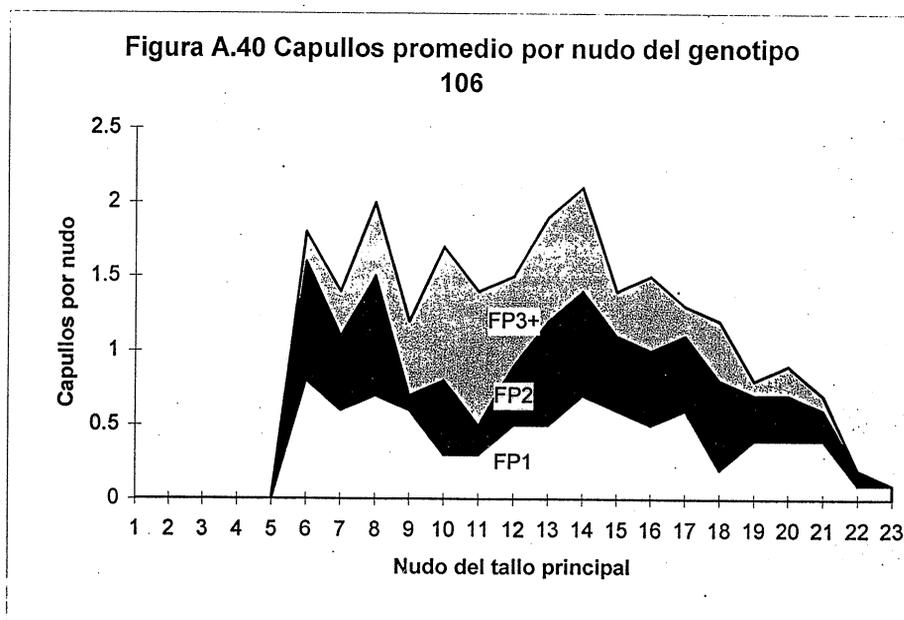
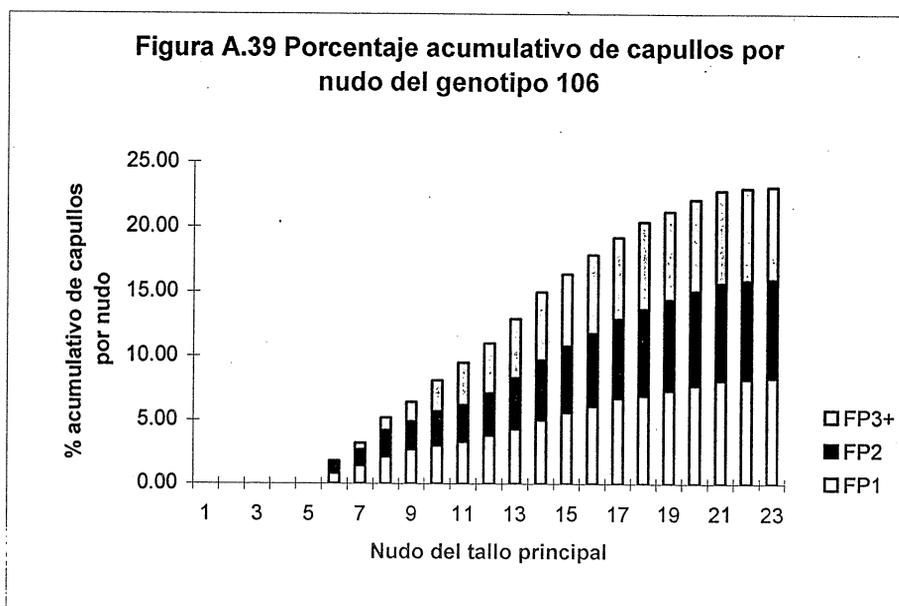


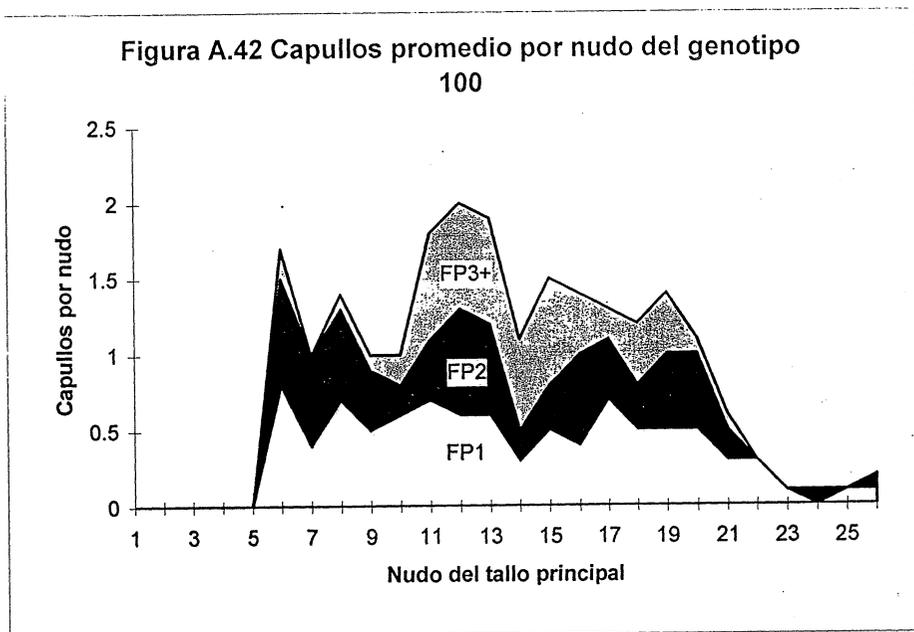
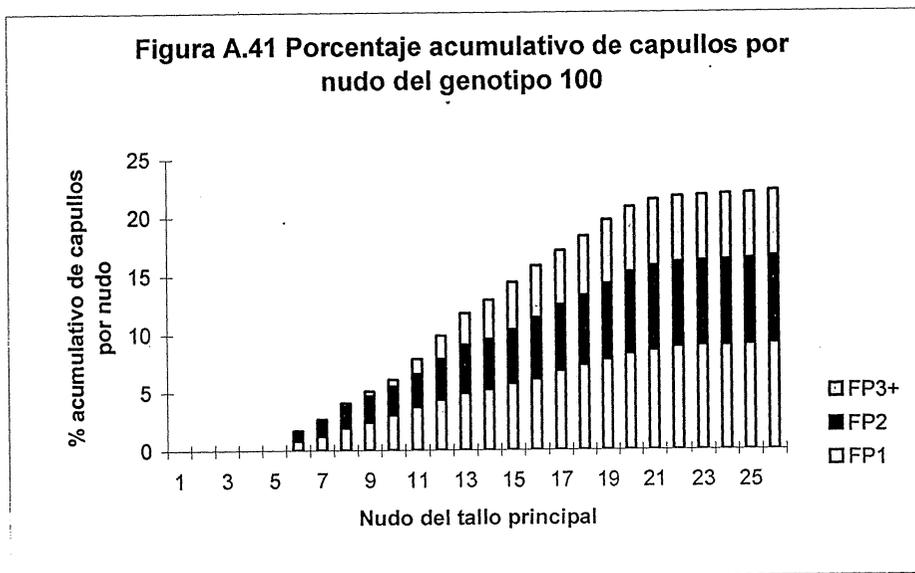
Figura A.38 Capullos promediopor nudo del genotipo 201



El genotipo 106 presentó una altura promedio de 1.1 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 14.2 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 35.6 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 33.0 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 30.5 por ciento de un total de 23.3 capullos por planta, presentó un 51.3 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.39,A.40.



El genotipo 100 presentó una altura promedio de 1.30 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 14.9 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 41.4 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 33.3 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 25.2 por ciento de un total de 22.2 capullos por planta, presentó un 53.8 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.41,A.42.



El genotipo 234 presentó una altura promedio de 1.0 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 14.5 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 39.4 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 32.3 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 24.4 por ciento de un total de 25.4 capullos por planta, presentó un 63.3 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.43,A.44.

Figura A.43 Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 234

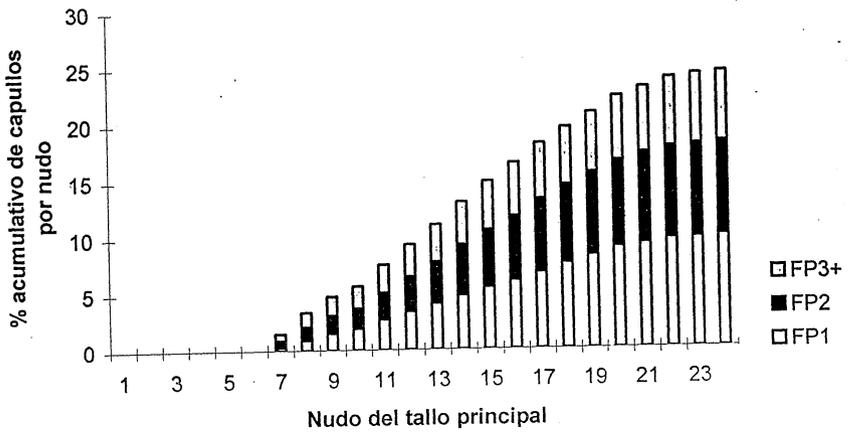
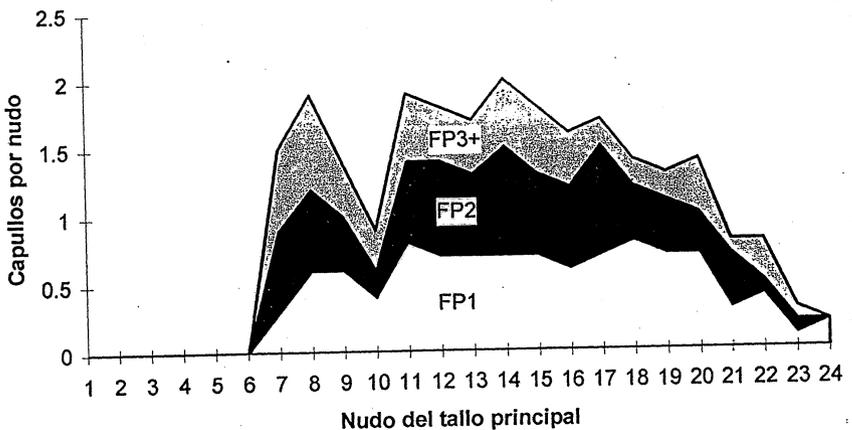
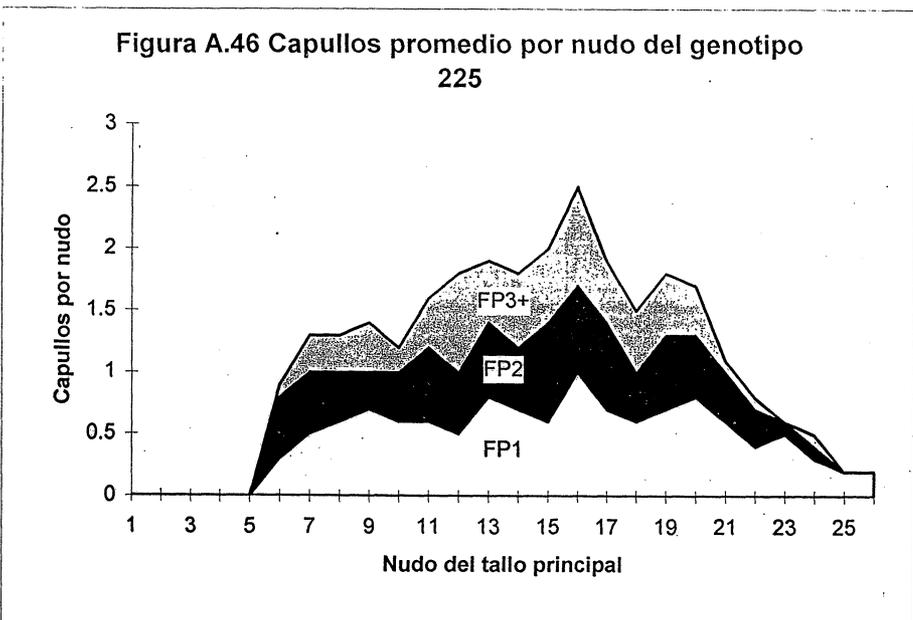
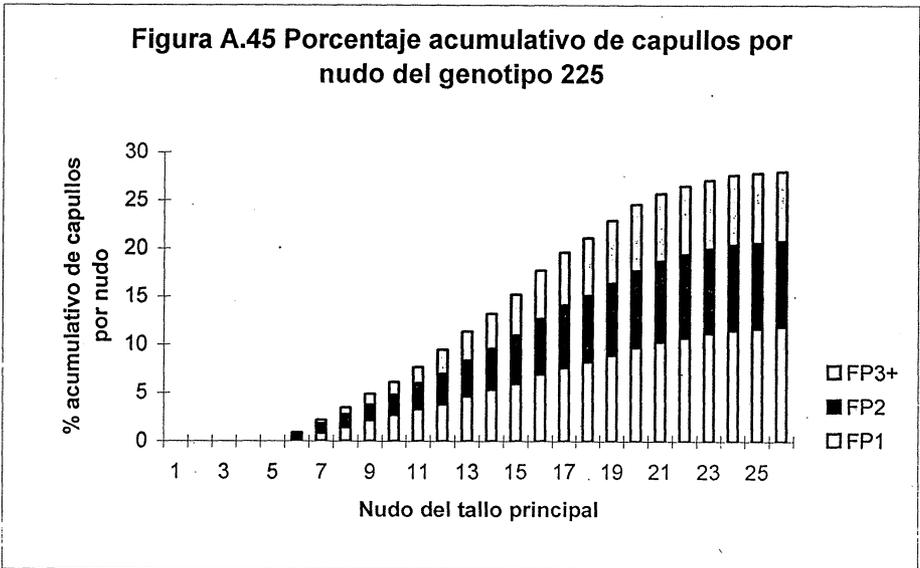


Figura A.44 Capullos promedio por nudo del genotipo 234



El genotipo 225 presentó una altura promedio de 1.4 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 17.4 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 42.2 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 31.6 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 25.5 por ciento de un total de 28.2 capullos por planta, presentó un 62.8 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.45,A.46.



El genotipo 180 presentó una altura promedio de 1.3 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 16.3 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 38.2 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 29.3 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 31.4 por ciento de un total de 28.0 capullos por planta, presentó un 56.7 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 4.13, Fig. A.47, A.48.

Figura A.47 Porcentaje acumulado de capullos por nudo del genotipo 180

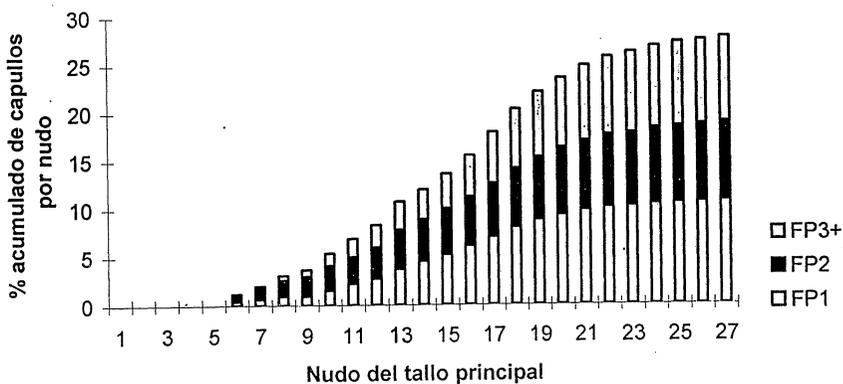
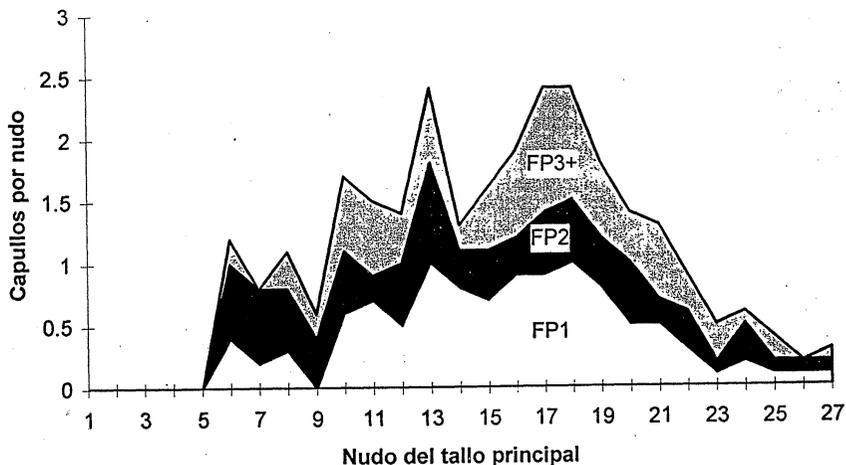


Figura A.48 Capullos promedio por nudo del genotipo 180



El genotipo 221 presentó una altura promedio de 1.4 m. con un número promedio de ramas simpodiales (fructíferas) de 19.6 y obtuvo una efectividad para producción de fibra por sitios fructíferos siguiente: los capullos en la posición 1 (FP1) en ramas simpodiales produjeron un 34.8 por ciento y capullos en la posición 2 (FP2) produjeron 26.1 por ciento y capullos en la posición 3 o más (FP3+) fue de un 39.1 por ciento de un total de 41.4 capullos por planta, presentó un 69.0 por ciento de retención de FP1 en el 95 por ciento de la zona, ver Cuadro 14, Fig. A.49,A.50.

Figura A.49 Porcentaje acumulativo de capullos por nudo del genotipo 221

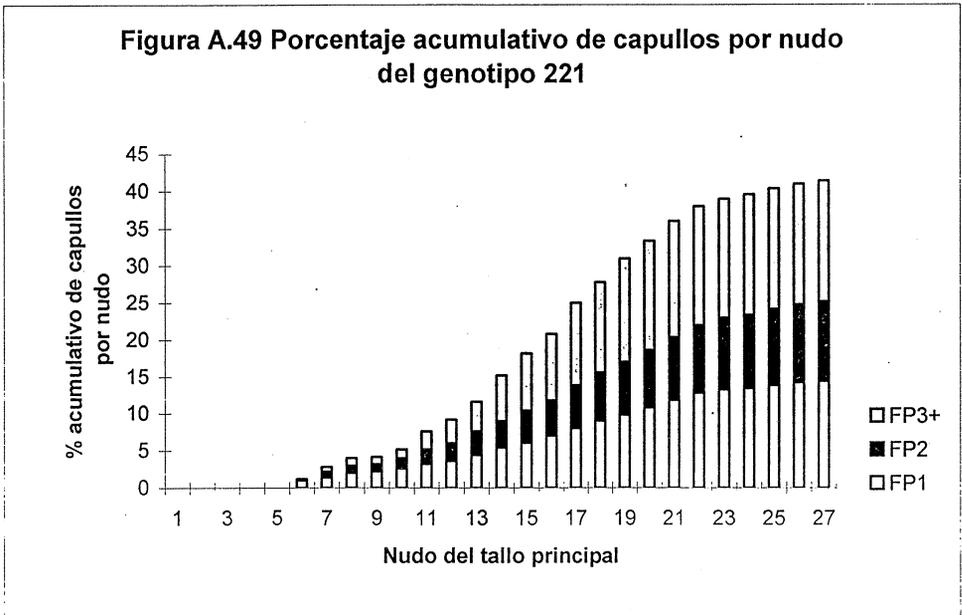


Figura A.50 Capullos promedio por nudo del genotipo 221

