

# Análisis del rendimiento y calidad de fibra de algodón de tres variedades, con diferencias poblacionales y dos sistemas de protección fitosanitaria

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Stefan Fleig Balbao

Zamorano, Honduras

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor

---

Stefan Fleig Balbao

Zamorano, Honduras  
Octubre, 1999

Análisis del rendimiento y calidad de fibra de algodón de tres variedades, con diferencias poblacionales y dos sistemas de protección fitosanitaria

Presentado por:

Agr. Stefan Fleig Balbao

Aprobado:

---

Pablo Paz, Ph. D.  
Asesor Principal

---

Juan Carlos Rosas, Ph. D.  
Jefe de Departamento

---

Rogelio Trabanino, Ms. Sc.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph. D.  
Decano Académico

---

Rommel Reconco, Ms. Sc.  
Asesor

---

Keith L. Andrews, Ph. D.  
Director General

---

Ana Margoth Andrews, Ph. D.  
Coordinador PIA

## **DEDICATORIA**

A mi papi Lorgio Fleig, mi mami María Rosario Balbao de Fleig, a mi hermana Karen, mis hermanos Henry y Erich, porque siempre confiaron en mí, me dieron su cariño y me mostraron que uno puede llegar tan lejos como nos lo propongamos, porque con el ejemplo me demostraron lo que soy y lo que valgo, y porque ellos son las personas a las que más quiero.

A mis nuevos hermanos, Karin Karlsson de Fleig y Eduardo Luna, que me apoyaron y me dieron tres nuevas alegrías a mi vida: Melissa, Irene y Esteban.

A Dios, que es la fuerza que nos guía.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme dado salud, sabiduría y perseverancia para culminar exitosamente esta etapa de mi vida.

A mi familia, por su cariño y apoyo permanente, sin el cual hubiese sido imposible alcanzar esta meta.

A mis asesores Rogelio Trabanino y Rommel Reconco por los consejos y dedicación.

Al Dr. Pablo Emilio Paz, porque además de ser un gran asesor es una gran persona y un buen amigo.

Al Departamento de Agronomía, en especial al Dr. Juan Carlos Rosas, Ing. Aracely Castro, Ing. Edwin Flores, Ing. Jaime Nolasco y todo el personal del Departamento por el apoyo logístico y la amistad.

A la Cooperativa "Algodonera del Sur" por la contribución con material y equipo.

A J. Dante Eguez, por todos los momentos compartidos y por la gran y sincera amistad.

A mi país Bolivia.

A mis amigos de hoy y siempre, Mario Estrada, Marisela Lizandre, Claudia Urrutia, Angel Proaño, María Bravo, Jorge Eslaquit, Guillermo Toruño, Ariel Morán, Sergio Castro, Jimmy Zumba.

A Ronny Sánchez, porque fue un gran apoyo y un excelente amigo.

A Jimena Ponce de León, por los buenos momentos que alguna vez pasamos.

A todos mis amigos y amigas de ADEPA, porque siempre estuvieron pendientes de lo que me sucedía.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

Agradezco a la República de Alemania, que por medio de la DSE, financiaron mis tres primeros años de estudio del Programa de Agrónomo.

Agradezco a la Asociación Nacional de Productores de Algodón de Bolivia (ADEPA) por el financiamiento brindado para culminar mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica, y en especial al Ing. Oscar Busch, Sr. Carlos Correa y al Dr. Rodolfo Greminger, por haber facilitado y agilizado este financiamiento.

## RESUMEN

Fleig, Stefan 1999. Análisis del rendimiento y calidad de fibra de algodón de tres variedades, con diferencias poblacionales y dos sistemas de protección fitosanitaria. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras, 49 p.

El algodón (*Gossypium hirsutum* L.), planta textil más importante mundialmente, es atacado por gran cantidad de plagas y enfermedades. En Centro América este cultivo fue importante hasta mediados de los 80's, cuando los altos costos del combate de plagas, lo hicieron antieconómico. Esta investigación buscó analizar los efectos en rendimiento y calidad final de fibra de algodón, utilizando diferentes variedades, con diferencias poblacionales, y dos sistemas de protección fitosanitaria para controlar *Dysdercus* spp., *Aphis gossypii* y *Bemisia tabaci* en condiciones agroecológicas de Zamorano. El ensayo se realizó en la zona de Zavala, ubicado en el valle del Zamorano, usando un diseño de parcelas Sub-sub divididas, con un arreglo factorial, 2 x 3 x 3, donde los factores fueron: aplicación del insecticida dimetoato, densidades y variedades. Las plagas *A. gossypii* y *B. tabaci* no se presentaron en cantidades considerables. El ataque de *Dysdercus* spp. fue muy notorio, por lo que se realizaron cuatro aplicaciones de dimetoato. A los 158 DDS, se cosecharon bellotas abiertas y en madurez fisiológica, éstas últimas completaron su apertura en un invernadero. El mayor porcentaje de bellotas cosechables, micronaire, rendimiento en fibra y semilla se obtuvieron con la aplicación de dimetoato. La densidad menor a 30.000 pl/ha obtuvo mayor porcentaje de bellotas cosechables. La variedad Coodetec 401 sembrada entre 30,000 y 50,000 pl/ha obtuvo el mejor rendimiento en rama y mayor resistencia de fibra. El mejor rendimiento de semilla lo obtuvo la variedad Coodetec 401 a densidad menor de 30,000 pl/ha. Ningún tratamiento fue rentable, debido al déficit hídrico durante la formación de estructuras, provocando el aborto de éstas. Por otro lado, el exceso de lluvias en madurez y apertura de bellotas causaron pudrición y baja calidad de fibra.

**Palabras claves:** *Dysdercus* spp., *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci*, dimetoato, micronaire

## **NOTA DE PRENSA**

### **LLUVIAS AFECTAN PRODUCCIÓN DE FIBRA DE ALGODÓN EN ZAMORANO**

Las continuas lluvias caídas en todo el territorio nacional también afectaron, los ensayos sembrados en el valle del Zamorano, en donde las precipitaciones fueron casi continuas desde mediados de mayo, aún así se obtuvieron resultados interesantes sobre densidades de siembra, aplicación de insecticida y variedades traídas del exterior del país.

Las siembras se realizaron en los campos de producción del Departamento de Agronomía, donde se evaluaron tres variedades de algodón con diferencias poblacionales y dos sistemas de protección fitosanitario. Las variedades evaluadas fueron la Guazuncho II de Argentina, Coodetec 401 de Brasil y Stoneville 132 de Estados Unidos; las densidades de siembra fueron de 30, 40 y 50,000 plantas por hectárea (pl/ha); y como insecticida se utilizó dimetoato en dosis de 0.7 litros por hectárea por aplicación para controlar chinche tintórea, que daña la fibra.

La densidad de 30,000 pl/ha fue la que tuvo los mejores rendimientos de algodón rama, fibra y semilla; las aplicaciones de dimetoato mostraron aumentos de los rendimientos de algodón rama, fibra y semilla, ya que protegían mejor las bellotas del ataque de chinche e indirectamente de hongos y bacterias; las variedades Coodetec 401 y Stoneville 132 fueron las que presentaron mayor porcentaje de bellotas cosechables.

Las lluvias en la época en que el algodón estaba en maduración y apertura de las bellotas, redujo el rendimiento y calidad de la fibra, esto junto con los bajos precios de la fibra a nivel internacional, resultaron en la no rentabilidad de los tratamientos bajo las condiciones en que se realizó el ensayo.

## CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	<b>Autoría.....</b>	ii
	...	
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Contenido.....	ix
	Índice de cuadros.....	xii
	Índice de gráficas.....	xiv
1	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	1
1.1	OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
2	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	3
2.1	CARACTERÍSTICAS DEL ALGODÓN.....	3
2.1.1	Taxonomía.....	3
2.2	CARACTERÍSTICAS DE LA CHINCHE TINTÓREA.....	5
2.2.1	Taxonomía.....	5
2.3	CARACTERÍSTICAS DE MOSCA BLANCA.....	6
2.3.1	Taxonomía.....	6
2.4	CARACTERÍSTICAS DEL PULGÓN.....	7
2.4.1	Taxonomía.....	7
2.5	CONTROL DE INSECTOS.....	7
2.6	DESARROLLO DE LA FIBRA DE ALGODÓN.....	8
2.6.1	Origen de la fibra.....	8
2.6.2	Clasificación de la fibra de algodón.....	9
2.6.2.1	Grado de color.....	9
2.6.2.2	Grado de hoja.....	10
2.6.2.3	Preparación.....	10
2.6.2.4	Materias extrañas.....	10
2.6.3	Importancia económica del algodón en el ámbito mundial y a nivel de Bolivia.....	11
2.7	DENSIDAD POBLACIONAL Y VARIEDADES.....	13
3	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	14
3.1	UBICACIÓN.....	14
3.2	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	14
3.3	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	15
3.4	INSUMOS.....	15
3.5	VARIABLES ESTUDIADAS.....	16
3.5.1	Variables fenológicas y componentes de rendimiento.....	16

3.5.1.1	Altura de planta.....	16
3.5.1.2	Porcentaje de bellotas cosechables.....	16
3.5.1.3	Porcentaje de bellotas podridas.....	17
3.5.1.4	Rendimiento en rama.....	17
3.5.1.5	Rendimiento de fibra.....	17
3.5.1.6	Rendimiento de semilla.....	17
3.5.1.7	Porcentaje de desmote.....	17
3.5.2	Componentes de calidad de fibra.....	17
3.5.2.1	Micronaire.....	17
3.5.2.2	Longitud.....	17
3.5.2.3	Uniformidad.....	17
3.5.2.4	Resistencia.....	17
3.5.2.5	Elongación.....	18
3.5.2.6	Cantidad de hoja.....	18
3.5.2.7	Reflectancia Rd (según Nickerson y Hunter).....	18
3.5.2.8	Contenido de amarillo +b (según Nickerson y Hunter).....	18
3.5.2.9	Grado de color.....	18
3.5.2.10	Grado final o grado del clasificador.....	18
3.5.3	Densidades poblacionales de plagas.....	18
3.6	<b>PRÁCTICAS AGRONÓMICAS</b> .....	18
3.6.1	Preparación de suelo.....	18
3.6.2	Siembra.....	19
3.6.3	Raleo.....	19
3.6.4	Riego.....	19
3.6.5	Precipitaciones y temperaturas.....	19
3.6.6	Monitoreos y control de insectos.....	20
3.6.6.1	Mosca blanca.....	20
3.6.6.2	Pulgones.....	20
3.6.6.3	Chinche tintórea.....	20
3.6.6.4	Insectos benéficos.....	20
3.6.7	Control de malezas.....	21
3.6.8	Uso de defoliante.....	21
3.6.9	Fertilizaciones.....	21
3.6.10	Cosecha.....	21
3.6.11	Prácticas post-cosecha.....	21
3.6.12	Desmote.....	22
3.6.13	Análisis de la fibra de algodón.....	22
3.7	<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b> .....	22
4	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	23
4.1	<b>EFFECTO DE LOS INSECTOS</b> .....	25
4.1.1	<i>Aphis gossypii</i> (pulgón).....	25
4.1.2	<i>Bemisia tabaci</i> (mosca blanca).....	25
4.1.3	<i>Dysdercus spp.</i> (chinche tintórea).....	25
4.1.4	<i>Alabama argillacea</i> (gusano alabama) y <i>Heliothis virescens</i> (gusano bellotero).....	27

4.2	ALTURA DE PLANTA.....	28
4.3	EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO.	29
4.3.1	Porcentaje de bellotas cosechables.....	29
4.3.2	Porcentaje de bellotas podridas.....	31
4.3.3	Rendimiento en rama.....	33
4.3.4	Rendimiento en fibra.....	34
4.3.5	Rendimiento de semilla.....	35
4.3.6	Porcentaje de desmote.....	37
4.4	EFECTO SOBRE FACTORES DE CALIDAD.....	37
4.4.1	Micronaire.....	37
4.4.2	Longitud.....	38
4.4.3	Uniformidad.....	39
4.4.4	Resistencia.....	40
4.4.5	Elongación.....	41
4.4.6	Reflectancia (Rd), (según Nickerson y Hunter).....	41
4.4.7	Contenido de amarillo (+b), (según Nickerson y Hunter).....	43
4.4.8	Grado del clasificador.....	44
4.4.9	Grado 1.....	45
4.5	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	45
4.5.1	Análisis marginal y de dominancia.....	47
4.5.2	Tasa de retorno marginal.....	48
5	<b>CONCLUSIONES.....</b>	49
6	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	50
7	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	51

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		
1	Países productores de fibra de algodón (datos en miles de hectáreas).....	12
2	Precios de la fibra de algodón y fibra de polipropileno (cifras en US\$/qq).....	12
3	Análisis de suelo del lote del ensayo.....	14
4	Variedades, densidades y aplicación de insecticidas en el ensayo, Zamorano, 1999.....	15
5	Precipitación mensual y total en mm, temperaturas máximas promedios en grados centígrados durante la duración del ensayo, Zamorano, 1999.....	19
6	Efecto promedio de los tratamientos sobre el rendimiento en kg/ha.....	23
7	Niveles de significancia obtenidos en el ANDEVA por los distintos tratamientos y sus respectivas interacciones, sobre población de <i>Dysdercus</i> spp., altura de planta, componentes de rendimiento y los factores de calidad. Zamorano, 1999.....	24
8	Cantidad de adultos y ninfas de <i>Dysdercus</i> spp. por planta en diferentes etapas del cultivo, según la variedad, densidad y control o no de insectos.....	26
9	Efecto promedio de los tratamientos sobre la altura de plantas....	28
10	Efecto de las aplicaciones de insecticida sobre la altura de la planta.....	28
11	Efecto de las aplicaciones de insecticida sobre el porcentaje de bellotas cosechables.....	30
12	Efecto de la densidad de siembra sobre el porcentaje de bellotas cosechables.....	30
13	Efecto de las variedades sobre el porcentaje de bellotas cosechables.....	31
14	Efecto de las variedades sobre el porcentaje de bellotas podridas.	31
15	Efecto de las densidades sobre el porcentaje de bellotas podridas	32
16	Efecto de las aplicaciones de insecticida sobre el porcentaje de bellotas podridas.....	32
17	Efecto de las aplicaciones de insecticida sobre el rendimiento en rama	33
18	Efecto de las aplicaciones de insecticida sobre el rendimiento en fibra.....	35
19	Efecto de las aplicaciones de insecticida sobre el rendimiento de semilla.....	35
20	Efecto de las aplicaciones de insecticida sobre el micronaire de la fibra.....	37
21	Efecto de las variedades sobre la longitud de la fibra.....	38
22	Efecto de las variedades sobre la uniformidad de la fibra.....	39
23	Efecto de las densidades sobre la uniformidad de la fibra.....	39

24	Datos de resistencia y su desviación estándar de cada interacción densidad x variedad. Zamorano, 1999.....	40
25	Efecto de las variedades sobre la elongación de la fibra.....	41
26	Datos de reflectancia (Rd) y su desviación estándar de cada interacción aplicación x variedad x densidad. Zamorano, 1999.....	42
27	Presupuesto parcial (en US\$) (*) de tres variedades de algodón sembradas a tres densidades de siembra con aplicación y sin aplicación de dimetoato. Zamorano, 1999.....	46
28	Análisis de dominancia para tres variedades de algodón sembradas a tres densidades con aplicación y sin aplicación de dimetoato. Zamorano, 1999.....	47

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica		
1	Número promedio de adultos y ninfas de <i>Dysdercus spp.</i> por planta, según la época de monitoreo; con y sin aplicación de dimetoato.....	27
2	Efecto de la interacción densidad x variedad en el rendimiento en rama.....	34
3	Efecto de la interacción variedad x densidad en el rendimiento de semilla. Zamorano, 1999.....	36
4	Efecto de la interacción densidad x variedad en la resistencia de la fibra. Zamorano, 1999.....	40
5	Efecto de la interacción aplicación x variedad x densidad en la reflectancia (Rd) de la fibra. Zamorano, 1999.....	42
6	Efecto de la interacción aplicación x variedad x densidad en el contenido de amarillo +b. Zamorano, 1999.....	43

Análisis del rendimiento y calidad de fibra de algodón de tres variedades, con diferencias poblacionales y dos sistemas de protección fitosanitaria

Stefan Fleig Balbao

ZAMORANO  
Departamento de Agronomía

Agosto, 1999

## 1. INTRODUCCIÓN

El algodón es la planta textil más importante utilizada para muchos propósitos especialmente para vestuario. Según datos de la FAO la producción de otras plantas textiles alcanza apenas alrededor de 4% de la producción total de la fibra de algodón.

El algodón se ha venido cultivando desde hace mucho tiempo, se tienen reportes de tejidos y cordones de algodón encontrados en el oeste de Pakistán en el año 3000 A.C. En el nuevo mundo el reporte de tela de algodón más antigua data de 2500 años A.C. Con un cultivo tan antiguo se puede ver la importancia que este jugó en el pasado y que hasta nuestros días conserva.

Es un cultivo que requiere bastante cuidado debido a que es atacado por un sinnúmero de insectos y enfermedades, lo que provoca que los costos de producción sean bastantes elevados. Se han realizado muchos esfuerzos para disminuir la presión de las plagas, mediante la creación de nuevas variedades, nuevos sistemas de manejo, rotaciones de cultivos, labranzas, enemigos naturales y manejo integrado de plagas (MIP). Los daños que causan los diferentes insectos y enfermedades al algodón son aún muy severos, lo que incide en la economía del productor. Muchos de los esfuerzos realizados para reducir el daño se han concentrado en aumentar el rendimiento del cultivo, resistencia o tolerancia a ciertos insectos y enfermedades, pero en lo que respecta a las plagas que afectan la calidad de la fibra no hay mucha información disponible en el sentido de si es que hay o no diferencias significativas entre seguir o no con las aplicaciones de plaguicidas en las últimas etapas del desarrollo fisiológico del algodón, es decir desde la etapa de fructificación y apertura de bellotas hasta la cosecha.

La experiencia propia durante dos campañas consecutivas en el Departamento de Clasificación de Fibra de Algodón, de la Asociación Nacional de Productores de Algodón de Bolivia (ADEPA), ha permitido observar directamente y constatar las reducciones en calidad que sufren las fibras de algodón por presentar manchas de diferentes orígenes, como ser presencia de fumagina como consecuencia de las secreciones de mosca la blanca (*Bemisia tabaci*), el pulgón (*Aphis gossypii*) y especialmente las causadas por el chinche tintórea (*Dysdercus* spp.), esto significa pérdidas de 0.5 hasta 2 grados de calidad sobre la base de patrones internacionales para la clasificación de algodones upland, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Además, puede causar grados de dificultad para comercializar dichos algodones. El presente estudio busca analizar la problemática de reducción en los rendimientos y calidad de fibra de manera que se puedan generar algunas recomendaciones iniciales y para lo cual se han trazado los siguientes objetivos.

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar los efectos en el rendimiento y calidad final de la fibra de algodón, cuando se utilizan diferentes variedades, se siembra a diferentes densidades, con y sin la aplicación de insecticida para control de *Dysdercus* spp., *Aphis gossypii* y *Bemisia tabaci*.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Observar el efecto poblacional del cultivo sobre la incidencia del daño y su posible interacción con la variedad.
3. Determinar el efecto de densidades, variedades, aplicaciones y sus interacciones sobre la productividad.
3. Cuantificar pérdidas económicas causadas por estos daños.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 CARÁCTERÍSTICAS DEL ALGODÓN

#### 2.1.1 Taxonomía

Reino	Vegetal
División	Espermatophita
Sub-división	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Supeorden	Columnífera
Orden	Malvales
Familia	Malvaceas
Tribu	Hibisceae
Género	<i>Gossypium</i>
Especie	<i>hirsutum</i>

Es una planta perenne que puede mantener crecimiento continuo como arbusto y bajo condiciones tropicales se mantiene siempre verde y produce continuamente. Sin embargo, casi toda la producción crece y se maneja como un cultivo anual que se siembra cada año, para mantener rendimientos que van de razonables a muy altos y para mantener la población de insectos a niveles tan bajos como sea posible, debiendo destruirse los residuos inmediatamente después de finalizada la cosecha (Federalgodón, 1990).

Requiere de un crecimiento de ciclo largo y caliente. Por esto se lo cultiva en países de clima tropical y muchos de clima subtropical. Se cultiva en Sudamérica así como Centro y Norteamérica hasta 43 grados de latitud norte. Se cultiva en África, desde Sudáfrica en el Sur hasta Egipto en el Norte; en la parte sur de Europa como en Grecia y España. En Asia desde el Oriente Medio hasta 37 grados de latitud norte. En años recientes Australia también se ha incorporado como un importante productor de algodón en área y rendimiento. Se cultiva en un amplio rango de suelos, que van desde los aluviales pesados con pH de 8.0 o más hasta suelos más meteorizados y arenas lixiviadas de pH 5.0 y aún más bajo (Halevy; Bazelet, 1992).

La planta de algodón, en su parte aérea se compone de un eje central de crecimiento vertical variable, con ramas vegetativas o monopodiales y ramas fructíferas o simpodios. Esta puede adquirir una estructura de aspecto columnar, piramidal o esférica. El número de ramas vegetativas o fructíferas es un factor importante para el rendimiento del algodónero y varía con cada variedad; la estructura de la planta es un factor a considerar para el tipo de cosecha que se realice así como para ver la posible incidencia de plagas que lo atacarán (Federalgodón, 1990).

Cuando escogemos una variedad tenemos que ver una serie de factores o características propias de cada especie, como ser: ciclo, altura de planta, tipo de follaje, tipo de hoja, peso de capullo, porcentaje de fibra, longitud de fibra, resistencia de fibra, diámetro de fibra (micronaire), resistencia o tolerancia a enfermedades y condiciones climáticas. Cada uno de estos factores afecta el rendimiento y la calidad de la fibra, de ahí su importancia en conocerlos (Federalgodón, 1990).

El ciclo del algodónero se divide en tres etapas muy diferentes:

1. Establecimiento: entre germinación y la aparición de los primeros botones.
2. Formación de estructuras: entre los primeros botones y la aparición de las primeras cápsulas abiertas.
3. Maduración: entre las primeras cápsulas abiertas y la recolección (Federalgodon, 1990).

Cada una de estas etapas tiene una duración que varía con la variedad y con las condiciones climáticas. Se considera que mientras el ciclo del cultivo es más largo el ataque de plagas también será mayor. Los insectos que causan un daño directo a la fibra como *Dysdercus*, y los que tienen un daño indirecto por contribuir al establecimiento del hongo de la fumagina como *B. tabaci* y *A. gossypii*, atacarán en etapas de formación de estructuras y maduración (Cauquil; Michel, 1989).

El rendimiento y la calidad en el algodónero dependen de la formación de la fibra dentro de la cápsula. El desarrollo de la fibra se inicia 16 horas antes de abrir la flor cuando la fibra comienza a crecer en longitud; este crecimiento dura aproximadamente entre 16 y 20 días, la longitud de la fibra dependerá de la variedad, clima y manejo. Los insectos pueden afectar en esta fase del desarrollo de la fibra; con ataques severos la fibra podría quedarse con una longitud corta. En la segunda fase de desarrollo, ocurre el engrosamiento de la fibra debido a la deposición diaria de celulosa, la cual dura hasta unos 4-5 días antes de la apertura de las cápsulas (National Cotton Council, 1995).

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA CHINCHE TINTÓREA

### 2.2.1 Taxonomía

Reino	Animal
Clase	Insecta
Orden	Hemiptera
Familia	Pyrrhocoridae
Género	<i>Dysdercus</i>
Especie	<i>chaquensis, peruvianus, ruficulis</i>

Existen varios tipos de chinches que atacan y dañan a la fibra de algodón. Las principales especies que causan daño económico son el *chaquensis*, *peruvianus* y el *ruficulis* aunque también se mencionan otras chinches como: *Crosternus* sp., *Edessa* sp., *Nezara viridicula*, *Euschistus heros*, *Dichelops mellacanthus* y *Oxycarenus hyalinipennis* que pueden causar la pudrición de las cápsulas, picar la semilla y en algunas manchas la fibra (Cauquil y Michel, 1989).

Cuando se presentan condiciones de temperaturas elevadas y períodos lluviosos estos favorecen la aparición del insecto. Los adultos causan varios tipos de daño como ser picado o perforado de los frutos para así poder alimentarse de las semillas, además, que dejan una coloración amarillo-marrón a la fibra debido a la pudrición interna capsular y como daño indirecto permiten o facilitan la entrada de hongos que provocan un complejo de enfermedades (CIAT, 1995).

El ataque de este insecto comienza a darse a finales del período vegetativo y especialmente en las socas; de ahí la importancia de eliminar los rastrojos para que no afecten en la campaña siguiente. Estas chinches pueden vivir en muchas plantas especialmente malváceas y otra gran cantidad de vegetales pertenecientes a otras familias; es por eso que en zonas donde nunca se ha sembrado algodón o se ha dejado de sembrar por un período largo de tiempo se pueden encontrar una gran cantidad de chinches al finalizar el período vegetativo del algodón. Por lo general los adultos presentan un color pardo-rojizo y negro, miden de 10 a 15 mm de largo. Las ninfas presentan un color rojo intenso y cambian de sitio en grupo (Federalgodón, 1990).

La hembra oviposita alrededor de 80 huevos que son colocados en masa en el suelo, restos vegetales o bellotas recién abiertas. El ciclo ninfal consta de cinco estadios, que tiene una duración de 3 a 6 semanas. Las ninfas jóvenes solo pueden alimentarse por el contacto directo con la semilla de algodón aun tiernas, los dos últimos estadios ninfales y adultos se alimentan de cápsulas verdes penetrando el pericarpio hasta alcanzar las semillas, esto lo hacen gracias a su proboscis (Cauquil; Michel, 1989; Matarrita, 1987).

## 2.3 CARACTERÍSTICAS DE MOSCA BLANCA

### 2.3.1 Taxonomía

Reino	Animal
Clase	Insecta
Orden	Homoptera
Familia	Aleryroridae
Género	<i>Bemisia</i>
Especie	<i>tabaci</i>

Estas son plagas polífagas que se encuentran en la cara inferior de las hojas. Los adultos con dos pares de alas blancas tienen un tamaño pequeño. Las ninfas, en sus últimos estadios, son amarillentas y permanecen inmóviles hasta la formación de la pupa, al emerger los adultos se observa en la cara inferior de las hojas los restos de las mudas (exuvias). *Bemisia. tabaci* provoca daño directo, succión de savia que resulta en amarillamiento del limbo debido a su acción chupadora, grandes poblaciones pueden causar cierta defoliación también puede provocar daños indirectos, que en realidad son los más importantes, como ser la secreción de sustancias pegajosas que se acumula en la fibra de bellotas abiertas y donde se puede desarrollar un complejo de hongos llamado fumagina que mancha la fibra y puede provocar atascamiento de cosechadoras y desmotadoras: Además, la mosca blanca puede transmitir un virus, conocida como enfermedad azul, cuyos síntomas se caracterizan por tener hojas con un limbo enrollado hacia la cara inferior, con textura quebradiza y coloración verde-oscuro (Cauquil; Michel, 1989; Johnson et al., 1995).

Cuando la planta es infectada tempranamente por esta enfermedad presenta achaparramiento con un tallo zizagueante y entrenudos cortos. *Bemisia* también puede transmitir el virus del mosaico o leaf-curl, que se manifiesta por manchas amarillas o descoloridas en el limbo. Cuando la infección es grave, las hojas se ven crispadas o deformes sobre todo a nivel apical de la planta, lo cual perturba el crecimiento. Esta es una enfermedad muy importante en el ámbito de América Central (CIAT, 1995).

Cuando existen fuertes infecciones de mosca blanca, se necesita del uso de organofosforados, que se pueden usar solos o en composición (Cauquil; Michel, 1989).

## 2.4 CARACTERÍSTICAS DEL PULGÓN

### 2.4.1 Taxonomía

Reino	Animal
Clase	Insecta
Orden	Homoptera
Familia	Aphidae
Genero	<i>Aphis</i>
Especie	<i>gossypii</i>

Al igual que la mosca blanca el pulgón es un insecto polífago, los cuales se alimentan en la cara inferior de las hojas en forma de colonias bastante numerosas. Debido a la reproducción por partenogénesis es bastante prolífico; el desarrollo ninfal dura de 5-6 días y la longevidad del insecto es de unos 25 días. En el cultivo podemos observar las diferentes formas del pulgón que pueden ser: adultos alados, amarillos u oscuros; adultos ápteros, amarillos u oscuros; ninfas ápteras; ninfas protoaladas (Cauquil; Michel, 1989).

El pulgón puede provocar tres tipos de daño, uno que es un daño directo debido la inyección de saliva tóxica que provoca una crispadura a las hojas infectadas, sobre todo al principio del proceso vegetativo. También puede provocar daños indirectos por deposición de una sustancia pegajosa llamada rocío de miel, en donde se puede desarrollar un complejo de hongos conocidos como fumagina, la cual mancha y descalifica la fibra. La otra forma de daño es por transmisión de una virosis llamada enfermedad azul del algodón, que también es transmitida por la mosca blanca (Cauquil; Michel, 1989).

Usualmente para el control de los pulgones se necesita utilizar materias activas aficidas, que en la mayoría de los casos tiene propiedades terapicas (Cauquil; Michel, 1989).

El pulgón puede causar daños en todas las etapas de desarrollo de la planta, aunque aparecen con más fuerza entre los 40 y 70 días después de la emergencia del cultivo, especialmente si el tiempo es nublado, caliente y húmedo. Se alimentan principalmente succionando la savia de las hojas y especialmente de los brotes (CIAT, 1995).

## 2.5 CONTROL DE INSECTOS

Tiene el objetivo de mantener o reducir las poblaciones de plagas a niveles inferiores a los que causaría daños económicos al cultivo, minimizando los daños a la salud humana, al medio ambiente y a los organismos benéficos (enemigos naturales, lombrices, polinizadores, etc.) (CIAT, 1995).

A fin de aumentar los rendimientos y mantener la calidad de los cultivos, los agricultores deben tratar de aprovechar todas las técnicas modernas a su disposición como son las

variedades mejoradas, la labranza mínima, las aplicaciones adecuadas de fertilizantes y, donde se disponga, el riego eficiente. Además, es esencial mantener el buen estado de salud del cultivo, desde la siembra hasta la cosecha, y para eso la aplicación de plaguicidas efectivos es vital (Lees, 1987).

Es indispensable que los agricultores creen conciencia sobre los grandes peligros que se ciernen sobre el cultivo del algodón si se continúa con la política indiscriminada de aplicaciones de insecticidas (Federalgodón, 1990).

En la permanente lucha con los insectos se han utilizado muchos métodos de control, entre ellos se tiene el control legal, cultural, físico y mecánico, genético, varietal, esterilización, antimetabolitos, antiapetitivos, trampas con feromonas, islas socas y cultivos trampas, biotecnología, químico y biológico (Federalgodón, 1990).

## **2.6 DESARROLLO DE LA FIBRA DE ALGODÓN**

### **2.6.1 Origen de la fibra**

La fibra se origina a partir de células individuales de la epidermis de la semilla, la primera diferenciación de las células se observa 16 horas antes de abrirse la flor. La relación de células diferenciadas al número total de células epidermales es de 1:37. El desarrollo de la fibra en la cápsula ocurre en dos fases: una que es de crecimiento o elongación y la otra es de engrosamiento o madurez (Hake et al., 1990a).

En el período de elongación las fibras crecen longitudinalmente, en forma de tubos delgados, formando la cutícula y la pared primaria, con una relación de 1:1000 a 1:1500 entre anchura y longitud; su máximo tamaño lo alcanza entre los 18 y 20 días después de que la flor ha sido fecundada (Federalgodón, 1990).

Una vez que termina la etapa de elongación viene la etapa de engrosamiento o madurez. Ésta se inicia a los 21 días de la antesis, y en ella desarrolla la pared secundaria de la fibra, que es la parte más importante de la fibra seca. Este engrosamiento consiste en la deposición sucesiva de capas de celulosa, la cual se forma una por día siendo diferente la capa de celulosa que se forma durante el día que la que se forma en la noche. El número de capas que se formen dependerá de las características genéticas de cada variedad, pero la cantidad de cada capa dependerá de las condiciones de luz y humedad disponible. La deposición de las capas de celulosa termina unos 4 o 5 días antes de la apertura de las cápsulas (Hake et al., 1990a).

Cuando por condiciones ambientales o por diferentes estreses que el cultivo ha recibido la cantidad de capas es bajo, las fibras serán inmaduras presentando un diámetro pequeño de fibra (micronaire bajo) y con una resistencia baja. Si hay deficiencia de agua no habrá un adecuado suministro de carbohidratos indispensables para la formación de celulosa por lo tanto se presentaran fibras finas y de poca resistencia. Por el contrario, el exceso de

humedad puede demorar la madurez y prolongar el período de fructificación, especialmente si el cultivo cuenta con suficiente nitrógeno, en este caso la fibra que se obtiene es también de baja calidad, por presentar un micronaire bastante alto. También se puede esperar fibras más finas y débiles de aquellas cápsulas formadas al final del período, ya que el período de maduración será menor, a menos que se cuente con una humedad adecuada que permita alargar el ciclo vegetativo de la planta (Federalgodón, 1990).

Algodones con micronaire alto o bajo, son limitados en uso por la industria textil. Bajo micronaire puede significar fibra fina pero usualmente inmadura, éstas forman neps (enrollamiento de la fibra) con mayor facilidad durante el hilado de la fibra. Las fibras de micronaire alto no pueden ser hiladas eficientemente, ya que estas hacen un hilo demasiado grueso y áspero (Hake et al., 1990b).

Una vez la cápsula esta madura está se abre y el algodón semilla o algodón en forma de capas queda retenido en el interior de los carpelos, si el ángulo de apertura es muy abierto el algodón se cae fácilmente y si por el contrario el ángulo de apertura es relativamente cerrado el algodón queda retenido en los carpelos (Federalgodón, 1990).

## **2.6.2 Clasificación de la fibra de algodón**

Para entender la importancia de los daños que pueden causar los insectos y hongos a la fibra así como también la disminución en lo que respecta a su calidad, además de los otros factores que influyen en la determinación de la calidad final de la fibra, es imprescindible conocer en que consiste y en que se basa la clasificación de fibras de algodón upland.

Históricamente el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) ha clasificado alrededor del 97% de la producción de algodón de cada año de los Estados Unidos. Desde 1981 los productores han pagado el servicio. El sistema de clasificación ha tenido cambios significativos desde la utilización de los sentidos humanos hasta la utilización de instrumentos de precisión que analizan más factores de calidad con mayor precisión. Algunas de las determinaciones de algodón todavía son hechas por clasificadores, pero la mayoría están determinados por instrumentos de alto volumen comúnmente referidos como HVI (Fleig, 1997).

**2.6.2.1 Grados de color.** Hay 25 grados de color para el algodón americano upland más 5 categorías para los grados más bajos. Quince de estos grados están representados físicamente en muestras preparados y mantenidas por el USDA. Estos estándares son descriptivos para color; el rango para cada grado de color está representado físicamente por seis muestras puestas juntas en una caja estándar (National Cotton Council, 1990).

Para consideraciones prácticas el color y la basura están en la misma caja. Por ejemplo en la caja estándar de Strict Low Middling tiene el color y la basura descrita como grado 4.

Cada estándar descriptivo provee la descripción del algodón arriba, abajo o entre ciertos estándares físicos (Ospina, 1970).

Los grados de algodón están agrupados en cinco grupos de colores: blanco (white), ligeramente manchado (light spotted), manchado spotted, teñido (tinged) y amarillo manchado (yellow stained). El color es afectado por el clima y la longitud de fibra es afectada por las condiciones ambientales después de que la bellota se abre. Puede también ser afectado por la cosecha y las prácticas de desmote. Cuando el algodón upland se abre, normalmente tiene un color blanco brillante, los colores anormales indican deterioro de la calidad. La continua exposición al medio ambiente y a los microorganismos pueden causar que el algodón pierda brillo y se haga más oscuro. Cuando el crecimiento del algodón es detenido prematuramente la fibra puede tener un color amarillo que varía en intensidad (Ospina, 1970).

**2.6.2.2 Grados de hoja.** Describe la cantidad de hojas que contiene el algodón como contaminante.

Hay siete grados de contenido de hoja (numerados de 1 a 7) y todos están representados por estándares físicos. También hay el “Below Grade” que es un standard descriptivo. El contenido de hojas es afectado por los diferentes métodos y las condiciones de cosecha. La cantidad de hoja que guarda en la fibra después del desmote depende de la cantidad que había en el algodón en rama antes del desmote, y de la cantidad y tipo de limpiadores durante el desmote. Inclusive con el mayor cuidado durante la cosecha y el desmote una cierta cantidad de hojas quedará en la fibra de algodón (Ospina, 1970).

Por lo general en la actualidad hay una menor cantidad de este material que en años anteriores por las mejores realizadas en la cosecha y los métodos de desmote.

**2.6.2.3 Preparación.** Preparación es el término que se refiere al grado de aspereza a suavidad del algodón desmotado. Por regla general, el algodón más suave tiene fibras más uniformes que el más áspero. Varios métodos de cosecha y desmote pueden producir grandes diferencias en preparación. Por los nuevos implementos que se han hecho en los equipos y en las prácticas, la preparación anormal ocurre muy raras veces (Ospina, 1970).

**2.6.2.4 Materias extrañas.** En una muestra de algodón las materias extrañas son cualquier sustancia que no es fibra de algodón u hoja. Ejemplos de materias extrañas son: fibra de polipropileno, diesel, polvo, aceite, piedras, arena y algunas otras que pudiesen contaminar la fibra en algún momento de la producción o post producción de algodón. Estos al igual que los demás factores afectan el grado de calidad de la fibra (Fleig, 1998; ADEPA, 1998a).

Además de estos factores, son muy importantes los referidos a longitud de fibra, resistencia, micronaire, índice de uniformidad y otros más.

### **2.6.3 Importancia económica del algodón en el ámbito mundial y a nivel de Bolivia**

En este caso se utilizará el término algodón como la fibra de algodón despepitado o algodón fibra que no incluye la semilla de algodón, el linter, los desperdicios, ni la fibra sometida a algún otro proceso fabril distinto a la separación de la fibra de la semilla en las despepitadoras.

La fibra de algodón es la fibra vegetal de mayor importancia en el ámbito mundial, el área sembrada a nivel mundial en los últimos 10 años ha sobrepasado los 30 millones de hectáreas y se muestra una tendencia a que esta cifra se nivele alrededor de los 34 millones de hectáreas para los años posteriores. Es un cultivo de mucha importancia en muchos países, entre ellos varios países latinoamericanos como Brasil, Argentina, Paraguay, Perú, Colombia y otros. La mayoría de estos países ha comenzado a mostrar una disminución en el área sembrada, especialmente por los altos costos de la producción de esta fibra así como también debido a la competencia de las fibras sintéticas. Bolivia por el contrario muestra un aumento año tras año, luego de haber salido de un embargo de 10 años para toda exportación de algodón boliviano, que se dio en los años 70 debido al incumplimiento de contratos por parte del gobierno boliviano con empresas extranjeras, el área sembrada comienza a crecer, impulsado por grandes empresas como Santa Mónica Trade Company, Boltrade, Texorsa y en especial por ADEPA, que es la matriz de todos los productores algodoneiros. (ADEPA, 1998b; ADEPA, 1997; ADEPA, 1996; ICAC, 1998).

El mayor productor en el ámbito mundial es India con más de 9.07 millones de ha, seguido por China con más de 4.7 millones de ha y Estados Unidos con más de 4.3 millones de ha. En el ámbito de Sudamérica, Brasil ocupa el primer lugar con alrededor de 825,000 ha seguido por Argentina con 800,000 ha (Cuadro 1). En Centro América después de haber sido un importante productor de algodón llegando a sembrar 278 mil ha el 81-82, en la campaña 97/98 se reportaron apenas 3,000 ha distribuidas: 1,000 ha en Honduras y 2,000 ha en Nicaragua (ICAC, 1998).

**Cuadro 1. Países productores de fibra de algodón (datos en miles de hectáreas).**

País	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99*
India	7.440	7.695	7.543	7.337	7.861	9.063	9.166	8.850	9.070
EEUU	4.748	5.245	4.510	5.173	5.391	6.478	5.208	5.370	4.329
China	5.588	6.540	6.837	4.985	5.528	5.422	4.722	4.530	4.760
Pakistán	2.662	2.836	2.836	2.805	2.653	2.997	3.148	2.959	2.770
Uzbekistan	1.830	1.720	1.667	1.676	1.529	1.498	1.487	1.483	1.550
Brasil	1.939	1.971	1.227	1.238	1.229	953	669	925	825
Argentina	634	535	367	483	700	96	887	851	800
Paraguay	550	480	265	381	335	310	110	220	250
Colombia	223	276	125	85	81	112	86	53	54
Bolivia	17	26	11	18	25	50	52	52	50
Nicaragua	45	35	2	2	2	10	4	2	--
Guatemala	36	39	22	15	9	5	2	--	--
El Salvador	6	4	4	4	2	2	2	--	2
Honduras	3	1	--	--	--	0	1	1	1

\* Estimado

Fuente: Bulletin of the International Cotton Advisory Committee (1998).

Los precios internacionales del algodón son bastante fluctuantes, en los últimos 10 años han estado en un rango de 69.00 dólares el quintal para el período 88-89 hasta 98.67 dólares el quintal en la campaña 94-95. Estos precios son basados en algodones de Memphis, Estados Unidos, con grado middling (M) y una longitud de 1-3/32 pulgadas (Cuadro 2). Para este mismo período, la fibra de polipropileno, principal competidor de la fibra de algodón, ha presentado precios que van desde 61.00 en el 97/98 hasta 84.20 dólares por quintal en 89/90 (precio en los Estados Unidos), la fibra de polipropileno puede variar mucho dependiendo del país productor por ejemplo en este mismo período en la República de China (Taiwan) el quintal se cotizó desde 42.20 en el 97/98 hasta 78.50 dólares en el 94/95. Con esto se ve que cuando los precios del polipropileno bajan también baja el precio del algodón, por lo tanto el precio del polipropileno es un buen indicativo de los precios del algodón, aunque el factor moda de vestir de la sociedad juega un papel importante, tanto en precio como en la demanda de fibras naturales (algodón), como las sintéticas (polipropileno) (ICAC, 1998).

**Cuadro 2. Precios de la fibra de algodón y fibra de polipropileno (cifras en US\$/qq).**

Año	88-89	89-90	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97
Algodón	69.00	83.80	88.13	66.35	63.08	72.80	98.67	94.71	82.81
Polipropileno EEUU	77.20	84.20	75.70	73.10	75.10	69.30	80.40	80.50	63.40
Polipropileno Taiwan	76.30	59.70	50.30	47.20	46.80	53.40	78.50	70.10	56.00

Fuente: Bulletin of the International Cotton Advisory Committee, (1998).

## 2.7. DENSIDAD POBLACIONAL Y VARIEDADES

Obtener uniformidad y vigor rápidamente es el primer paso, y el más importante, para producir altos rendimientos de buena calidad. Muchos avances tecnológicos pueden usarse en la producción de algodón para asegurar una buena germinación de la semilla, como ser: uso apropiado de terminadores de cosecha, cosecha en momento adecuado y almacenamiento de la semilla en un lugar seco y fresco; deslante ácido, limpieza y separación de semilla por calidad; pruebas de germinación al frío; tratamiento de la semilla con fungicidas; uso de variedades adaptadas a la región (Hake et al., 1991).

Los insectos y malezas pueden ser los enemigos visibles del cultivo de algodón, pero lo que se haga al momento de la siembra es más importante. El potencial de un cultivo de algodón es determinado en los primeros 30 a 40 días después de siembra. Todo lo que suceda después de la emergencia de las plantas sólo puede mantener o disminuir los rendimientos (Progressive Farmer, 1982).

La forma y tamaño de la planta de algodón es regulado tanto por la variedad como por las condiciones ambientales (que incluye clima, suelo y manejo). Algunas características como longitud de fibra y resistencia son controladas por la variedad, pero otras características como altura de planta, madurez y rendimiento son fuertemente controlados por condiciones ambientales. La densidad altera el crecimiento por el efecto que ramas y hojas tienen sobre el microclima del cultivo. El espaciamiento de las plantas afecta directamente en la evaporación del agua del suelo, intercepción de luz, humedad y movilidad del viento. Estos factores influyen la altura de planta, desarrollo de ramas, localización y tamaño de bellotas, madurez del cultivo y por último el rendimiento (Hake et al., 1991).

Muchos productores en el pasado asumían que una planta de algodón de porte alto significaba el éxito y una buena fortuna, para ellos las plantas grandes producían grandes rendimientos. Ahora se sabe que esto no es exactamente real, aunque cuál es la mejor altura de planta, todavía está en discusión (Guthrie et al., 1993).

La variedad es de lejos el factor dominante en la resistencia de la fibra, determinando el 80% del total de la resistencia. Si se compara la resistencia de diferentes variedades por varios años, queda claro que la mejor manera de seleccionar una variedad con resistencia alta es sembrando este año la variedad que mejor mostró este factor el año previo. (National Cotton Council, 1990).

Estudios hechos en Colombia en los últimos años con poblaciones entre 20,000 y 120,000 plantas por hectárea, con incremento en los niveles de fertilización, con y sin riego, indican que la densidad de población óptima se coloca entre 40,000 y 70,000 plantas con la fertilización recomendada de acuerdo con los análisis de suelos y foliares. Debe tenerse en cuenta que una densidad baja da un escaso rendimiento y una densidad de población muy alta, en áreas de alta humedad, reduce también el rendimiento por causa de la pudrición de las cápsulas (Federalgodón, 1990).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 UBICACIÓN

El estudio se realizó en los campos de producción de la Escuela Agrícola Panamericana, también conocida como Zamorano, zona de Zavala, ubicado en el valle del Zamorano, a 32 km de la ciudad de Tegucigalpa, capital de la República de Honduras.

Los suelos en los que se realizó el ensayo, presentaban un pH fuertemente ácido, cantidad media de materia orgánica, con deficiencia de nitrógeno, fósforo y magnesio, cantidad media de potasio y una alta presencia de calcio (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Análisis de suelo del lote del ensayo.**

<b>Análisis</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Observación</b>
pH	4.53	(H <sub>2</sub> O)	Fuertemente ácido
Materia orgánica	3.14	%	Medio
Nitrógeno (N)	0.09	%	Bajo
Fósforo (P)	5	Ppm	Bajo
Potasio (K)	84	Ppm	Medio
Calcio (Ca)	1387	Ppm	Alto
Magnesio (Mg)	67	Ppm	Bajo

Fuente: Laboratorio de Suelos de Zamorano (1999).

#### 3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizaron parcelas Sub-sub divididas, en donde las parcelas principales fueron los tratamientos fitosanitarios, las densidades se ubicaron en las sub-parcelas y las variedades en las sub-sub parcelas, se utilizaron cuatro repeticiones Por lo que el diseño tuvo un arreglo factorial 2 x 3 x 3 (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Variedades, densidades y aplicación de insecticidas en el ensayo, Zamorano, Honduras, 1999.**

Aplicación para control de insectos que afectan la fibra	Densidades (plantas/ha)	Variedades
Aplicación	30,000	Guazuncho II
Sin aplicación	40,000	Coodetec 401
	50,000	Stoneville 132

### 3.3 UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental consistió de 4 hileras a un metro entre hileras y 10 metros de longitud.

El área útil, estaba formada por los dos surcos centrales de cada unidad experimental recortadas en un metro a cada extremo, teniendo cada parcela un área útil de 16 m<sup>2</sup>.

### 3.4 INSUMOS

Se decidió utilizar tres variedades comerciales ampliamente difundidas en el área algodonera de Santa Cruz, Bolivia, y que se consideraban podrían desarrollarse satisfactoriamente en las condiciones del valle del Zamorano. Estas tres variedades son provenientes de tres países, dos Sudamericanos y una de Norte América, que tienen características que las diferencian entre si. A continuación se presenta las características de estas tres variedades.

Características	Variedades		
	Stoneville 132	Guazuncho II	Coodetec 401
Procedencia	Estados Unidos	Argentina	Brasil
Ciclo	Muy precoz	Semi precoz	Precoz
Altura	Mediana	Mediana alta	Mediana alta
Follaje	Abierto	Cerrado	Cerrado
Tipo de hoja	Sin pelos	Pilosas	Sin pelos
Peso de capullo	Alto	Alto	Alto
Rendimiento medio/ha	24 qq fibra	23 qq fibra	25 qq fibra
Porcentaje de fibra	Alto	Alto	Alto 37 %
Calidad de fibra	Mediana	Alta	Alta
Longitud de fibra	27.7 mm	30.2 mm	29.4 mm
Resistencia de fibra	26 a 29 gr / tex	29 a 39 gr / tex	31.1 gr / tex
Micronaire	3.8 a 4.2	3.2 a 3.8	4.4
Resistencia a fusarium	Buena	Buena	Tolerante
Resistencia a ramulosis	Buena	Muy susceptible	Tolerante
Resistencia a verticillum	Buena	Buena	-----
Tolerancia a tormentas	Excelente	Buena	-----
Tolerancia a calor	Buena	Intermedia	-----

Fuente: Asociación Nacional de Productores de Algodón de Bolivia (ADEPA) (1998).

### 3.5 VARIABLES ESTUDIADAS

#### 3.5.1 Variables fenológicas y componentes de rendimiento

En cada parcela útil de 16 m<sup>2</sup>, se tomaron tres plantas completas al azar para realizar las siguientes mediciones.

**3.5.1.1 Altura de planta.** Se midió la planta en cm desde la base de la planta hasta el último nudo apical. Se tomaron alturas a los 96 y 156 DDS de todos los tratamientos del ensayo.

**3.5.1.2 Porcentaje de bellotas cosechables.** Se contabilizó el número total de bellotas cosechadas en toda el área útil, estas bellotas eran las correspondientes al segundo paso de cosecha, convirtiéndose posteriormente a porcentaje en relación al número total de bellotas.

**3.5.1.3 Porcentaje de bellotas podridas.** Se contabilizó el total de bellotas podridas, correspondientes al segundo pase, en toda el área útil, convirtiéndose posteriormente a porcentaje en relación al número total de bellotas.

**3.5.1.4 Rendimiento en rama.** Se calculó sobre la base de todo el algodón cosechado en cada parcela útil, se peso y se extrapoló a kg/ha.

**3.5.1.5 Rendimiento de fibra.** Se pesó toda la fibra cosechada por parcela y se extrapoló a kg/ha.

**3.5.1.6 Rendimiento de semilla.** El algodón desmotado se separó y pesó la semilla por parcela y se extrapoló a kg/ha.

**3.5.1.7 Porcentaje de desmote.** Con la relación del peso de fibra de cada parcela útil y el peso total de algodón (fibra + semilla) se obtuvo el rendimiento o porcentaje de desmote.

### **3.5.2 Componentes de calidad de fibra**

Los datos se obtuvieron sobre la base del análisis de fibra de cada parcela, por equipos de High volume instrument (HVI), esto se hizo para todo el algodón correspondiente al segundo pase de cosecha. Para el algodón correspondiente al primer pase de cosecha se hizo una clasificación manual, en Zamorano, obteniendo datos de grado de color.

**3.5.2.1 Micronaire.** Se sometió una cantidad determinada de fibra a un flujo y presión constante, los resultados se presentan como un número sin unidad.

**3.5.2.2 Longitud.** Cada muestra fue sometida a un escaneó neumático y se dan los datos en pulgadas

**3.5.2.3 Uniformidad.** Se midió la relación entre la longitud promedio de fibra y la mitad más alta de fibras largas, los datos se dan en porcentaje.

**3.5.2.4 Resistencia.** Se sometió a la fibra a una fuerza de presión hasta que esta se rompe, los datos se dan en Gramx/Tex.

**3.5.2.5 Elongación.** Es la medida de la elasticidad de una cantidad determinada de fibra de cada parcela sometida a una fuerza de presión. Los datos se dan en un número sin unidad.

**3.5.2.6 Cantidad de hoja.** Se escaneó la superficie de cada muestra y se obtuvo el área del total que ocupan los restos de hojas. Los datos se dan en un número que corresponde a un código determinado.

**3.5.2.7 Reflectancia Rd (según Nickerson y Hunter).** Se obtuvo el contenido de color gris en cada muestra, se da en un número que se lee en la ordinaria de un gráfico.

**3.5.2.8 Contenido de amarillo +b (según Nickerson y Hunter).** Se obtuvo el contenido de color amarillo de cada muestra, se da en un número que se coloca en la abscisa de un gráfico.

**3.5.2.9 Grado de color.** Por la combinación de Rd y +b se obtuvo el grado de color de cada muestra.

**3.5.2.10 Grado final o grado del clasificador.** Se obtuvo por la combinación del grado de color y cantidad de hoja de cada muestra.

### **3.5.3 Densidades poblacionales de plagas**

Se realizaron muestreos 10 días para detectar la densidad poblacional de los insectos importantes para este estudio, a lo largo del desarrollo del cultivo.

Para el monitoreo de estos insectos se tomaron tres plantas por parcela útil. El primer muestreo que reportó presencia de alguno de estos insectos fue a los 97 DDS y el último fue a los 156 DDS.

## **3.6 PRÁCTICAS AGRONÓMICAS**

### **3.6.1 Preparación de suelo**

Se realizaron dos pases con rastra liviana. Sin embargo, se estima que la preparación fue defectuosa ya que la profundidad de penetración fue de apenas 10-15 cm.

### 3.6.2 Siembra

Se realizó manualmente entre el 28 y 29 de enero de 1998 con humedad del suelo media, profundidad de entre 3-5 cm poniendo dos semillas por postura, y utilizando reglas marcadas con la distancia apropiada. Se buscó una densidad teórica de 40,000; 70,000 y 100,000 plantas/hectárea (pl/ha), pero por problemas de ataque de *Spodoptera frugiperda*, zompopos y deficiencia hídrica las densidades reales fueron de 30,000; 40,000 y 50,000 pl/ha.

### 3.6.3 Raleo

El raleo se realizó el 19 de marzo, a los 45 DDS (días después de siembra). Se esperó hasta este punto para tratar de asegurar la población y se hizo manualmente dejando una planta por postura para evitar competencia, en el caso de plantas muy grandes y juntas se cortó la planta más pequeña para evitar daño en las raíces.

### 3.6.4 Riego

El riego fue por aspersión, la frecuencia de riego era entre 7 y 8 días en promedio, la duración de cada riego era de dos horas en las cuales se aplicaban 18mm. Se usó esa frecuencia de riego debido a la programación establecida por la Sección de Riegos de Zamorano. Se realizaron solamente 10 riegos, éste se suspendió a mediados de abril, en vista que el resto de los terrenos se habían sembrado con frijol y para esta fecha el cultivo de frijol había completado su ciclo, por lo que el riego fue suspendido. Por lo tanto el cultivo de algodón sufrió un período prolongado de deficiencia hídrica.

### 3.6.5 Precipitaciones y temperaturas

Se tomaron la precipitación acumulada por mes y la temperatura máxima promedio mensual. Debido a los problemas en la estación meteorológica de Zamorano no se tomaron temperaturas mínimas ni promedios (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Precipitación mensual y total en mm, temperaturas máximas promedios en grados centígrados durante la duración del ensayo. Zamorano, 1999.**

	Enero	Febrero	Marzo *	Abril	Mayo	Junio *	Julio	Total
Precipitación	15.2	3.0	1.5	**	**	112.9	151.2	283.8
Temperaturas Máximas	28.0	28.7	**	**	**	30.3	27.8	

\* Datos basados en 22 días en el caso de marzo y 25 días en el caso de junio.

\*\* Por problemas en la estación meteorológica no se tomaron esos datos.

Fuente: Sección de Riegos de Zamorano.

### 3.6.6 Monitoreo y control de insectos

Se realizaron muestreos periódicos de plagas para determinar momentos de aplicación, tomando especial cuidado a las plagas en estudio, es decir, chinche tintóreo, mosca blanca y pulgón, muestreándose tres plantas completas por parcela, realizando una observación visual de la planta. Los muestreos se realizaron de la siguiente manera:

**3.6.6.1 Mosca blanca.** Se hizo una estimación de la cantidad de adultos por planta, se observa la cara inferior de las hojas para detectar la presencia o no de exuvias.

**3.6.6.2 Pulgones.** Se observó la presencia o no de colonias de pulgones en la cara inferior de las hojas y en los puntos apicales de la planta.

**3.6.6.3 Chinche tintórea.** Se monitoreó todas las estructuras de la planta como cuadros, flores, bellotas cerradas y abiertas, hojas y tallos; se contabilizó la cantidad de individuos por planta.

**3.6.6.4 Insectos benéficos.** Los muestreos se limitaron a observar la presencia o no de enemigos naturales como: arañas, mariquitas, tijeretas.

A los 97 DDS se hizo un muestreo completo, tomando altura de planta, número de ramas vegetativas y fructíferas, número de bellotas, y poblaciones de plagas. Los muestreos completos para chinche tintórea se realizaron a los 97, 103, 111, 122 y 136 DDS.

Se hizo una aplicación contra *S. frugiperda* a los 11 DDS, utilizando un cebo con el insecticida Chlorpirifos en una dosis de 1 litro, 15 kg de semolina de arroz y 3 kg de melaza por hectárea. Los cebos se colocaron en las áreas afectadas y en los bordes del lote de algodón, la aplicación se hacían colocando un puñado de cebo cada metro lineal de surco.

Se hicieron aplicaciones contra zompopos, a los 51, 74 y 88 DDS, con Sumithion en la primera y luego con Metil parathion, para todos los casos se utilizó una espolvoreadora para introducir el veneno en el interior de cada zompopera.

Cuando la población de *Dysdercus* spp. sobrepasó de 4 individuos por cada 10 plantas se aplicó a la mitad de la parcela, por la diferenciación de los tratamientos, dimetoato en dosis de 0.7 litro/hectárea (l/ha) a los 98, 112, 125 y 152 DDS.

### **3.6.7 Control de malezas**

Se hizo una aplicación a los 21 DDS de Fluazifop-butil en dosis de dos l/ha, para el control de maíz voluntario.

Se realizaron deshierbas manuales a los 31, 49, 83 y 115 DDS.

### **3.6.8 Uso de defoliante**

A los 152 DDS se aplicó Paraquat en dosis de 2.5 l/ha con la intención de usar el herbicida como quemante y defoliante para el algodón.

### **3.6.9 Fertilizaciones**

Se realizaron dos fertilizaciones, a los 31 y 75 DDS; la primera con el equivalente de siete qq/ha de 12-24-12 para suplir todos los requerimientos de fósforo y potasio del cultivo y parte del nitrógeno y la segunda con el equivalente de siete qq/ha de urea (46% N) para completar los requerimientos de nitrógeno. Las aplicaciones se realizaron manualmente en bandas, cubriendo el fertilizante inmediatamente.

### **3.6.10 Cosecha**

Se realizó manualmente a los 158 DDS. Se hizo una sola pasada en la que se cosecharon las cápsulas abiertas y separadamente se cosecharon las bellotas en madurez fisiológica, aunque todavía cerradas. Se decidió cosechar las bellotas cerradas debido al exceso de humedad en el campo y al gran daño por hongos que estas estaban sufriendo; además, que el cultivo debido al exceso de lluvias caídas en las etapas de madurez y apertura había reasumido su crecimiento vegetativo, por lo que los fotosintatos estaban siendo desviados de las bellotas a la formación de nuevas hojas, ramas, flores y cuadros. El cultivo también tenía varios días de atraso, por lo que los daños de campo, ajenos a los del estudio, estaban destruyendo la fibra. La cosecha se realizó separadamente para cada parcela. Con la cosecha de bellotas se sustituyó de cierta manera el segundo pase de cosecha de fibra.

### **3.6.11 Prácticas post-cosecha**

Tanto la fibra como las bellotas fueron llevadas a un invernadero de vidrio, con la finalidad de secar la fibra y acelerar la apertura de las bellotas.

### **3.6.12 Desmote**

Se realizó en una desmotadora mecánica experimental, a una velocidad de 650 revoluciones por minuto, luego la fibra, semilla y basura fueron pesadas separadamente, con lo cual se obtuvo el peso de algodón en rama y por diferencia se obtuvo el rendimiento de desmote.

### **3.6.13 Análisis de la fibra de algodón**

Las muestras fueron analizadas primero en Zamorano, y los datos finales utilizados para los diferentes análisis se hicieron sobre la base de los resultados de los análisis realizados por el equipo de clasificación de HVI del International Textile Center de la Texas Tech University, en Lubbock, Texas, Estados Unidos de Norte América.

## **3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los datos del experimento se analizaron en el paquete estadístico "Statistical Analysis System" (SAS versión 6.7). Para el análisis de todas las variables se realizó un análisis de varianza, en el cual se determinó la significancia de los tratamientos. En aquellas variables que fueron significativas se realizó una separación de medias, por el método de Tukey, a una significancia menor de 0.10. Para las interacciones se hicieron gráficas con las medias reales, y se analizaron aquellas con una significancia menor a 0.10. Los datos en porcentajes fueron transformados a logaritmo de 10.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados generales del ensayo en lo que respecta a rendimiento y sus componentes se presentan en el cuadro 6. Los niveles de significancia obtenidos en el ANDEVA por los distintos tratamientos y sus interacciones se observan en el Cuadro 7.

**Cuadro 6. Efecto promedio de los tratamientos sobre el rendimiento en kg/ha.**

Variedad	Densidad pl/ha	Control de insectos	Rend. en rama	Rend. Semilla	Rend. fibra	Rend. en % desmote
Guazuncho II	30,000	Sí	267	162	105	39.4
		No	122	81	41	33.7
	40,000	Sí	360	241	120	33.2
		No	116	86	29	25.4
	50,000	Sí	112	74	38	34.1
		No	99.6	71	28	28.4
Coodetec 401	30,000	Sí	341	220	121	35.4
		No	109	74	36	32.6
	40,000	Sí	229	156	73	31.8
		No	68	46	22	31.9
	50,000	Sí	286	186	101	35.2
		No	82	55	27	32.8
Stoneville 132	30,000	Sí	299	193	106	35.6
		No	97	70	28	28.4
	40,000	Sí	183	120	63	34.3
		No	39	26	13	32.4
	50,000	Sí	220	141	78	35.6
		No	111	77	34	31.0

## 4.1 EFECTO DE LOS INSECTOS

### 4.1.1 *Aphis gossypii* (pulgón)

El insecto *A. gossypii*, que era parte del estudio de este ensayo, no se presentó en ningún momento mientras duró el cultivo en el campo; esta es una plaga que aparece en todas las etapas del cultivo pero su ataque es más fuerte entre los 40 y 70 días después de emergencia sobre todo si hay tiempo nublado, caliente y húmedo (CIAT, 1995). Posiblemente esta ausencia se debió a las condiciones que reinaron en la zona, como ser temperaturas bajas y poca humedad al inicio del cultivo, posteriormente si bien las temperaturas fueron aumentando gradualmente, las etapas de altas temperaturas fueron muy cortas y la humedad no fue muy alta, sino hasta la etapa en que el cultivo estaba en etapa de madurez. Las temperaturas nunca fueron muy altas por lo que nunca se presentaron en el campo las condiciones ideales para el establecimiento y desarrollo del insecto.

### 4.1.2 *Bemisia tabaci* (mosca blanca).

En el caso de *B. tabaci*, que requiere de condiciones similares a las del pulgón, ésta se presentó en cantidades insignificantes, menos de un insecto por planta. La presencia de mosca blanca aparece, principalmente, a los 60 días después de emergencia (Federalgodon, 1990). Si bien hubo una mínima cantidad de esta plaga alrededor de los 130 días después de emergencia, esta presencia no fue significativa y desapareció a los pocos días, posiblemente porque las condiciones de temperatura y humedad no eran las adecuadas para su establecimiento.

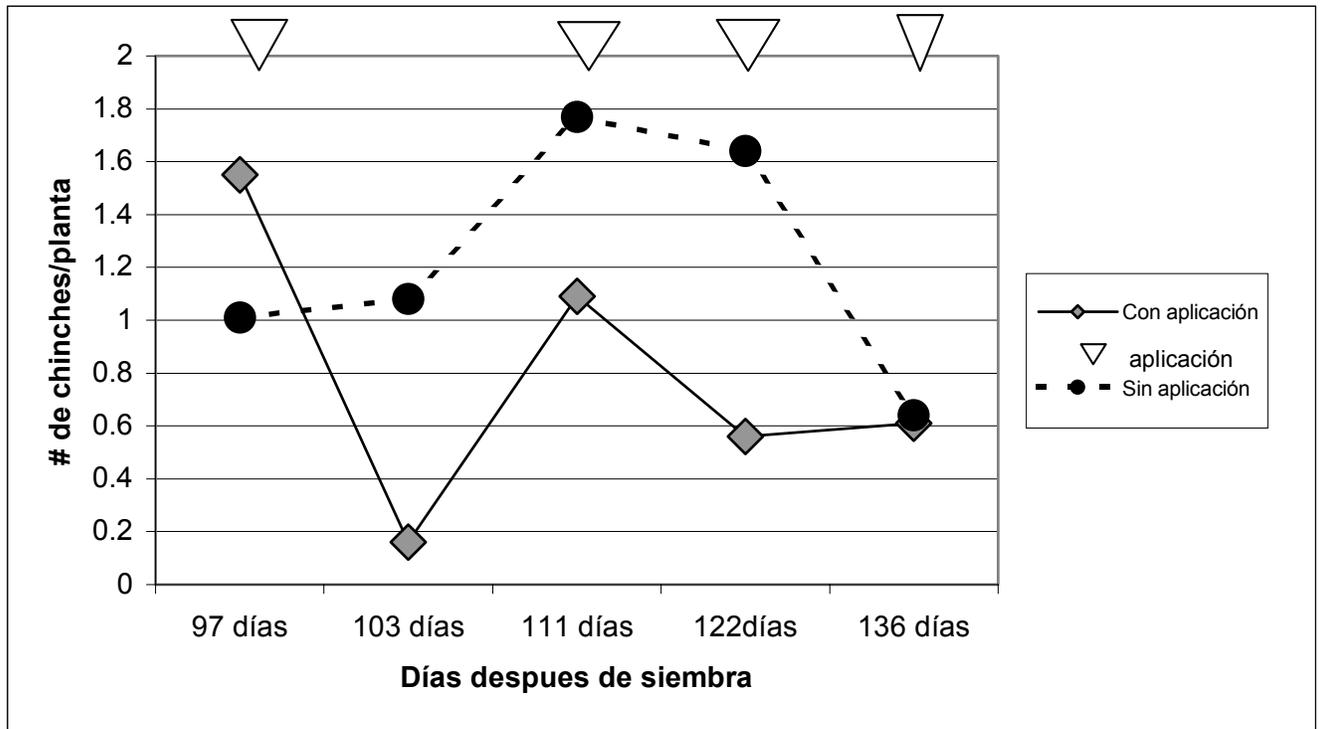
### 4.1.3. *Dysdercus* spp.(chinche tintórea)

La presencia y ataque de *Dysdercus* spp. fueron bastante fuertes. Esta plaga comenzó a aparecer aproximadamente a los 90 días y a los 97 días ya se había establecido en el cultivo. Como se muestra en el Cuadro 8, este insecto se mantuvo durante todo el ciclo del algodón afectándolo significativamente.

**Cuadro 8. Cantidad de adultos y ninfas de *Dysdercus* spp. por planta en diferentes etapas del cultivo, según la variedad, densidad, y control o no de insectos. Zamorano, 1999.**

Variedad	Densidad pl/ha	Control de insectos	97 días	103 días	111 días	122 días	136 días
Guazuncho II	30.000	Sí	1.80	0.33	2.53	1.33	0.60
		No	1.33	2.59	2.17	2.00	0.59
	40,000	Sí	0.67	0.00	1.33	0.22	1.00
		No	2.33	0.60	1.20	1.20	0.73
	50.000	Sí	0.00	0.50	1.00	0.33	0.50
		No	0.67	0.83	2.67	1.33	0.34
Coodetec 401	< 30.000	Sí	1.13	0.47	0.73	1.53	1.07
		No	0.89	1.90	2.22	3.44	1.00
	30-50.000	Sí	4.17	0.00	0.00	0.17	0.67
		No	1.09	0.83	1.00	0.42	1.17
	> 50.000	Sí	0.45	0.00	2.11	0.00	0.78
		No	0.75	1.08	2.08	1.00	0.75
Stoneville 132	< 30.000	Sí	2.17	0.17	0.00	0.67	0.50
		No	0.45	0.67	1.55	2.78	0.56
	30-50.000	Sí	3.25	0.00	1.17	0.67	0.42
		No	0.00	1.33	2.00	1.78	0.55
	> 50.000	Sí	0.34	0.00	0.67	0.17	0.00
		No	1.58	1.00	1.08	0.83	0.08

Las variables independientes ni la interacción de estas tuvieron una diferencia estadísticamente significativa con respecto al número de chinches en el cultivo según el tratamiento. Posiblemente se debió al área relativamente pequeña del ensayo y la falta de aislamiento entre tratamientos, en especial los de aplicación versus no-aplicación y la fuerte presión de este insecto en el cultivo y a su fácil movilización. Después de cada aplicación, si bien en el área aplicada disminuía su presencia esta población rápidamente se recuperaba, siendo las últimas aplicaciones las menos efectivas (Gráfica 1). Las condiciones climáticas cuando el cultivo se encontraba en bellotas y maduración favorecieron el mantenimiento y reproducción de *Dysdercus* spp. hasta el final del cultivo, ya que períodos lluviosos con temperaturas elevadas favorecen su aparición y reproducción (CIAT, 1995).



**Gráfica 1. Número promedio de adultos y ninfas de *Dysdercus spp.* por planta, según la época de monitoreo; con y sin aplicación de dimetoato.**

#### 4.1.4 *Alabama argillacea* (gusano alabama) y *Heliothis virescens* (gusano bellotero).

Estos dos insectos si bien no eran parte del estudio, su efecto en el algodón son indudables. En la etapa vegetativa se encontraron posturas de ambos insectos pero debido al excelente control natural por parte de insectos como *Cicloneda sanguinea* y arañas del género *Thomisidae* estas plagas nunca llegaron a establecerse en la etapa vegetativa. En el caso del gusano alabama, que es principalmente un masticador, aunque también puede atacar brotes tiernos, botones y bellotas (CIAT, 1995), volvió a aparecer alrededor de los 150 días, pero a esa altura del cultivo su daño económico es casi imperceptible, incluso funcionando muchas veces como un defoliador que ayuda a acelerar la apertura de las bellotas y que inclusive elimina el uso de defoliantes, por lo que no se justifica un control químico.

El gusano alabama es una plaga que siempre aparece en los meses de junio y julio que coincidió con la aparición en el ensayo, pero que por la etapa en que apareció no tuvo ningún efecto en los resultados ya que el cultivo fue cosechado a los pocos días.

## 4.2 ALTURA DE PLANTA

En lo que respecta a la altura promedio de las plantas, según la densidad, variedad y control o no de *Dysdercus* spp. los datos se presentan a continuación (Cuadro 9).

**Cuadro 9. Efecto promedio de los tratamientos sobre la altura de plantas.**

Variedad	Densidad pl/ha	Control de insectos	Altura total en cm
Guazuncho II	30,000	No	112.7
		Sí	94.4
	40,000	No	103.2
		Sí	104.3
	50,000	No	100.0
		Sí	107.5
Coodetec 401	30,000	No	122.6
		Sí	89.0
	40,000	No	112.7
		Sí	110.0
	50,000	No	112.0
		Sí	99.3
Stoneville 132	30,000	No	92.3
		Sí	95.0
	40,000	No	113.7
		Sí	100.5
	50,000	No	105.0
		Sí	98.0

En el análisis de la altura de las plantas se observa que el modelo presentó un  $R^2$  de 0.62; un coeficiente de variación (CV) de 13.85% con una probabilidad de ocurrencia de 0.4648. Esta variable fue significativa por efecto de las aplicaciones, como se observa en el Cuadro 10.

**Cuadro 10. Efecto de las aplicaciones de insecticida sobre la altura de la planta.**

Aplicación dimetoato	Altura de planta en cm
Con aplicación	98.2 a
Sin aplicación	108.5 b

Las medias designadas por la misma letra no son significativas, según Tukey ( $P < 0.10$ )

Estas diferencias de más de 10 cm en promedio entre las plantas que fueron aplicadas con dimetoato versus las que no recibieron la aplicación ( $P=0.0355$ ) se pudo deber al hecho de que las plantas sin aplicar tenían un menor número de bellotas y por lo tanto la cantidad de nutrimentos que utilizaba para el desarrollo de las bellotas era menor comparativamente con las plantas aplicadas en donde cada planta destinaba una mayor cantidad de nutrimentos para el desarrollo de bellotas. Con esto se puede suponer que es por haber destinado mayor cantidad de reservas al crecimiento vegetativo, que las plantas sin aplicación tuvieron una mayor altura promedio.

Las alturas promedios para cada variedad están muy cerca a las normales para cada una de ellas, aunque cabe aclarar que el crecimiento inicial de las plantas fue bastante lento debido a las condiciones de campo, como ser bajas temperaturas, alta nubosidad y relativo estrés hídrico. Cuando se presentaron las lluvias a los 103 días, al mismo tiempo las temperaturas estaban alrededor de los 25 °C, las plantas tuvieron una aceleración en su crecimiento vegetativo tardío que no se tradujo en rendimiento.

### **4.3 EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO**

Indudablemente la mala preparación de suelo, debido a la gran cantidad de rastrojos de maíz en el terreno, además de haber una capa de suelo duro aproximadamente a 15 cm de profundidad, la cual evitó un normal desarrollo del sistema radicular; una fertilidad de suelo deficiente, por estar bajo en nitrógeno, fósforo y magnesio, medio en potasio y materia orgánica, y con un pH fuertemente ácido afectaron negativamente al desarrollo del algodón. Y sí bien se realizaron las fertilizaciones pertinentes para tratar de suplir los nutrimentos deficientes en el suelo, debido al pH extremadamente bajo y a las condiciones climáticas en la zona, de baja humedad, la eficiencia de las aplicaciones se pudo ver disminuida, y más aún con la agravante de que no se tenía control sobre la cantidad y frecuencia de riego, por lo cual no se podía suplir al cultivo con sus necesidades hídricas.

Las temperaturas en la etapa de establecimiento estaban por debajo de las ideales; que durante la etapa de formación de estructuras no hubo un suplemento adecuado de agua para el cultivo y que en las etapas de maduración y apertura las precipitaciones fueron excesivas. Por lo tanto se puede indicar que las condiciones para un desarrollo adecuado de cualquier variedad de algodón no se dieron en el campo. Por esto las calidades y rendimientos obtenidos estuvieron muy por debajo de los esperados; aún así los datos obtenidos son muy importantes, ya que en condiciones reales de plantaciones comerciales de algodón esta situación se puede presentar.

#### **4.3.1 Porcentaje de bellotas cosechables**

En lo que respecta a esta variable el modelo estadístico muestra un  $R^2$  de 0.82 con un coeficiente de variación (CV) de 17.88% y una probabilidad de ocurrencia de 0.0030.

Para el análisis se usó el porcentaje, transformado a logaritmo de 10, de bellotas podridas correspondientes al segundo pase de cosecha.

En el análisis de varianza se reveló diferencias significativas por efecto de aplicaciones, densidades y variedades (cuadros 11, 12 y 13)

**Cuadro 11. Efecto de las aplicaciones de insecticida sobre el porcentaje de bellotas cosechables.**

Aplicación dimetoato	Porcentaje de bellotas Cosechables
Con aplicación	51.90 a
Sin aplicación	24.09 b

Las medias designadas por la misma letra no son significativas, según Tukey ( $P < 0.10$ )

Existió una diferencia notable entre el porcentaje de bellotas cosechables cuando se realizaron aplicaciones de insecticidas, en este caso cuatro aplicaciones de dimetoato, en donde se observa que el porcentaje de bellotas cosechables fue más del doble que cuando no se aplica ( $P=0.0048$ ). Esto se pudo deber a que con las aplicaciones se obtuvo un control relativo de *Dysdercus*, y que este además de producir un daño directo a las bellotas permitió la entrada de un sinnúmero de microorganismos los cuales terminaron dañando toda la bellota. A esto se le suma el hecho de que las altas precipitaciones y condiciones de humedad en el cultivo facilitaban el desarrollo de microorganismos.

**Cuadro 12. Efecto de las densidades de siembra sobre el porcentaje de bellotas cosechables.**

Densidad de siembra pl/ha	Porcentaje de bellotas cosechables
30,000 (baja)	51.12 a
40,000 (media)	35.80 a
50,000 (alta)	19.75 b

Las medias designadas por la misma letra no son significativas, según Tukey ( $P < 0.10$ )

La densidad afectó significativamente al porcentaje de bellotas cosechables ( $P=0.0960$ ). Si bien no existen diferencias significativas entre las densidades bajas y medias, se puede considerar que la densidad baja da un mayor porcentaje de bellotas cosechables, además de que los costos en bajas densidades son menores. Este mayor porcentaje de bellotas cosechables se puede deber a que al haber un mayor espacio entre plantas se permite una mejor aeración de las bellotas y penetración de luz, por lo cual las bellotas se pudieron desarrollar mejor, disminuyendo a la vez el porcentaje de bellotas podridas sobre todo en las condiciones de altas precipitaciones en la época de maduración y aperturas de bellotas en el ensayo.

**Cuadro 13. Efecto de las variedades sobre el porcentaje de bellotas cosechables.**

Variedad	Porcentaje de bellotas cosechables
Stoneville 132	39.66 a
Coodetec 401	38.95 a
Guazuncho II	27.04 b

Las medias designadas por la misma letra no son significativas, según Tukey ( $P < 0.10$ )

El análisis reveló que entre las variedades se presentaron diferencias significativas en el porcentaje de bellotas cosechables ( $P=0.0987$ ), sin que hubiera diferencias significativas entre las variedades Stoneville 132 y Coodetec 401 pero sí entre estas dos y la variedad Guazuncho II, en la cual el porcentaje de bellotas cosechables fue menor. Estas diferencias se pudieron deber a las características propias de cada variedad. La variedad Guazuncho II es normalmente cultivada y recomendada para zonas con baja humedad relativa, debido a los severos daños que causan los hongos (CIAT, 1995), por esto es lógico que el comportamiento de esta variedad se haya traducido en una menor cantidad de bellotas cosechables. Lo contrario sucede con las otras dos variedades, que si bien no son para zonas muy húmedas sí tienen una mejor adaptación a regiones con mayores precipitaciones que la Guazuncho II. Usualmente en zonas húmedas donde se cultiva Stoneville 132 son necesarios los reguladores de crecimiento, para acelera la maduración de las bellotas, acortando el ciclo y también aumentan el porcentaje de retención de bellotas (Poquiqui, 1998), por otro lado, la Coodetec 401 en lugares lluviosos tiende a producir mayor número de bellotas cosechables debido a su resistencia a bacteriosis.

#### 4.3.2 Porcentaje de bellotas podridas

Con respecto a la variable dependiente porcentaje de bellotas podridas, el modelo muestra un  $R^2$  de 0.76, un CV de 13.56% y con una probabilidad de ocurrencia de 0.0367, siendo estas estadísticamente significativas. Estas diferencias significativas se detectaron para las variables variedad, densidad y aplicación, como se presentan en los Cuadros 14, 15 y 16.

**Cuadro 14. Efecto de las variedades sobre el porcentaje de bellotas podridas.**

Variedad	Porcentaje de bellotas podridas
Guazuncho II	56.54 a
Stoneville 132	49.51 a
Coodetec 401	34.42 b

Las medias designadas por la misma letra no son significativas, según Tukey ( $P < 0.10$ )

Se encontraron diferencias significativas en lo que respecta a porcentaje de bellotas podridas ( $P=0.0661$ ), presentándose un mayor porcentaje en las variedades Guazuncho II y Stoneville 132, y significativamente menor en la variedad Coodetec 401. La variedad Guazuncho II es la más susceptible a las precipitaciones durante la maduración de bellotas ya que es una variedad más adaptada a zonas de baja precipitación, como la zona sur de Bolivia en donde se presentan precipitaciones promedios de alrededor de 900 mm al año. Si bien el porcentaje de bellotas podridas de la variedad Stoneville 132 fue menor que la Guazuncho II estas no fueron estadísticamente significativas. La variedad Coodetec 401 al ser resistente a bacteriosis y estar más adaptada a zonas húmedas fue la que obtuvo menor porcentaje de bellotas podridas, siendo esta la mejor para esta variable y bajo las condiciones de este ensayo.

**Cuadro15. Efecto de las densidades sobre el porcentaje de bellotas podridas.**

Densidad (pl/ha)	Porcentaje de bellotas podridas
50,000 (alta)	61.75 a
40,000 (media)	54.34 a
30,000 (baja)	30.65 b

Las medias designadas por la misma letra no son significativas, según Tukey ( $P<0.10$ )

Las densidades influenciaron significativamente en el porcentaje de bellotas podridas ( $P=0.0165$ ). No se encontraron diferencias significativas entre las densidades altas y medias con respecto al porcentaje de bellotas podridas aunque la densidad alta presentó mayor porcentaje de bellotas podridas que la densidad media. Se detectaron diferencias con la densidad baja, que fue donde se encontró un porcentaje menor de bellotas podridas. Esto se pudo deber a que en la densidad baja se forma un microclima en el cultivo que debido al mayor espaciamiento entre plantas y mayor aeración y penetración de luz es más seco, comparativamente con densidades altas y medias, que dificulta el desarrollo de hongos y otros microorganismos que puedan dañar las bellotas. Siendo la densidad baja la mejor bajo las condiciones del estudio con respecto a obtener la menor cantidad de bellotas podridas.

**Cuadro 16. Efecto de las aplicaciones de insecticida sobre el porcentaje de bellotas podridas.**

Aplicación dimetoato	Porcentaje de bellotas podridas
Sin aplicación	55.27 a
Con aplicación	36.73 b

Las medias designadas por la misma letra no son significativas, según Tukey ( $P<0.10$ )

Hubo diferencia significativa en el porcentaje de bellotas podridas ( $P=0.0715$ ) cuando se aplicaba versus cuando no se aplicó dimetoato siendo notablemente mejor cuando se hizo uso de este insecticida. Esto se pudo deber a que al haber un cierto control de *Dysdercus*, además de disminuir su daño directo por succión de la semilla, se disminuyó la posibilidad de entrada de otros microorganismos. Cauquil y Michel (1989), mencionan que en capsulas verdes de menos de 25 días, las picaduras de *Dysdercus* inducen una reacción que se manifiesta por la formación de callosidades (excrecencias neoplásmicas) dentro del lóculo. Numerosos microorganismos penetran por o gracias a la herida de la picadura. En capsulas más viejas antes de su apertura, no hay reacción de los tejidos orgánicos; la introducción de gérmenes origina una pudrición interna capsular.

### 4.3.3 Rendimiento en rama

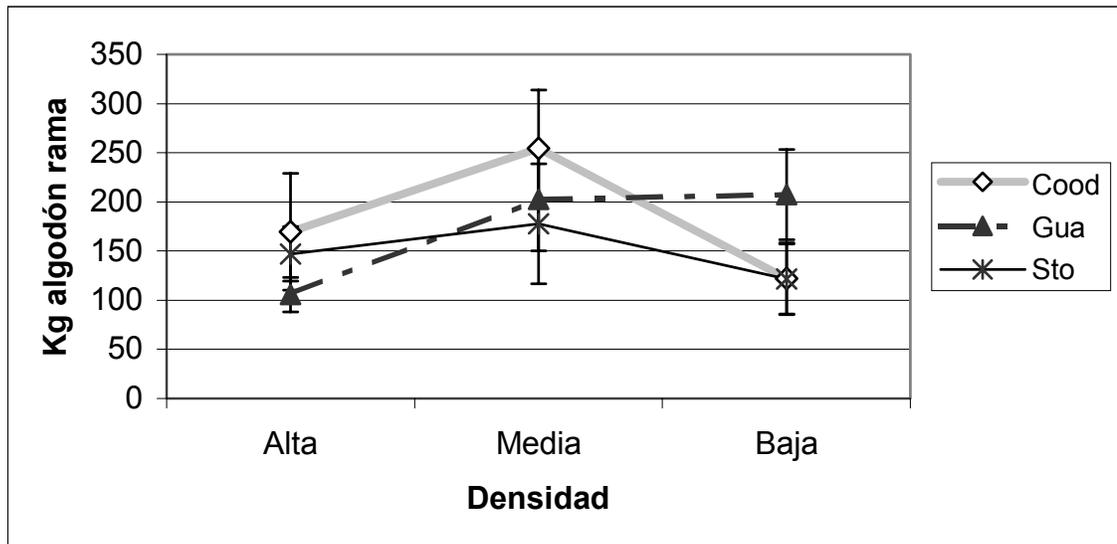
El modelo mostró que los datos se ajustaban en un 85.62% ( $R^2$ ), con un CV de 44.89% y una significancia de  $p=0.0006$ . Se obtuvo un rendimiento promedio de 175 kg/ha de algodón rama, siendo este rendimiento muy bajo con relación al de todas las variedades utilizadas en el ensayo, que es de alrededor de 1,000 kg/ha. En el Cuadro 17 se puede ver que el efecto simple de aplicación tuvo un efecto significativo sobre la variable rendimiento en rama así como la interacción densidad x variedad (Gráfica 2)

**Cuadro 17. Efecto de las aplicaciones de insecticida sobre el rendimiento en rama.**

Aplicación (dimetoato)	Rendimiento en rama (kg/ha)
Con aplicación	265 a
Sin aplicación	95 b

Las medias designadas por la misma letra no son significativas, según Tukey ( $P<0.10$ )

Al observar las medias de rendimiento en rama del cultivo con aplicación versus sin aplicación de dimetoato se observa que existen diferencias significativas ( $P=0.0129$ ), dándose el mayor rendimiento en rama cuando se aplica el insecticida y esta diferencia es muy notoria siendo 2.79 veces mayor que cuando no se aplica. Esto se pudo deber a que al aplicar el insecticida se controlaba parcialmente la población de *Dysdercus*, y como ya se vio anteriormente se obtenía mayor porcentaje de bellotas sanas y por ende menor porcentaje de bellotas dañadas del segundo pase de cosecha. En el caso del primer paso hubo una mayor protección de las bellotas ya abiertas disminuyendo de esta manera la cantidad de algodón rama dañado. Por lo tanto la protección de las bellotas cerradas y abiertas se expresó en una mayor cantidad de algodón rama.



**Gráfica 2. Efecto de la interacción densidad x variedad en el rendimiento en rama.**

La interacción densidad x variedad tuvo un efecto significativo en lo que es el rendimiento en rama ( $P=0.0951$ ). Se observa (Gráfica 2) que el comportamiento de las tres variedades varía según la densidad, aumentando sus rendimientos al pasar de una densidad alta a una densidad media; pero al pasar de una densidad media a una baja las variedades Coodetec 401 y Stoneville 132 bajan su rendimiento a niveles cercanos aunque un poco superiores a los obtenidos en densidades altas. Por el contrario, la variedad Guazuncho II aumenta su rendimiento al pasar de una densidad media a una baja, y esto concuerda con las características de esta variedad ya que normalmente es sembrada a bajas densidades debido a su hábito de crecimiento de porte mediano a alto que puede tener un buen crecimiento de ramas laterales siempre y cuando cuente con el espacio, humedad y nutrimentos necesarios, por esto normalmente esta variedad no se utiliza para cosecha mecánica. La variedades Stoneville 132 y Coodetec 401, por lo general se siembran a densidades más altas y son ampliamente usadas para cosecha mecánica. En este ensayo, para estas dos variedades la mejor densidad de siembra con relación al rendimiento en rama fue la media, quizás debido a las condiciones altas de humedad lo que provocó mayor pérdida de algodón rama por pudrición de fibra.

Para este ensayo la mejor combinación de variedad x densidad con respecto al rendimiento de algodón rama fue la variedad Coodetec 401 sembrada a una densidad media.

#### 4.3.4 Rendimiento en fibra

Para el rendimiento en fibra los datos se ajustaron en un 87.13 % al modelo estadístico, con un CV de 46.96% y una probabilidad de ocurrencia de 0.0002, con una media de 59 kg/ha, estando éste muy por debajo del promedio esperado de las tres variedades, al igual

que en el caso del rendimiento en rama. El factor aplicación tuvo una influencia significativa sobre la variable rendimiento en fibra (Cuadro 18).

**Cuadro 18. Efecto de las aplicaciones de insecticida sobre el rendimiento en fibra.**

Aplicación (dimetoato)	Rendimiento en fibra (kg/ha)
Con aplicación	94 a
Sin aplicación	30 b

Las medias designadas por la misma letra no son significativas, según Tukey ( $P < 0.10$ )

Al igual que en el caso de rendimiento en rama, el rendimiento en fibra presenta diferencias significativas entre aplicar y no aplicar ( $P=0.0135$ ), encontrándose los mayores rendimiento en el cultivo con aplicación de dimetoato, debido al menor daño de bellotas cerradas y abiertas por el ataque directo de *Dysdercus* y su efecto indirecto de permitir el daño de otros microorganismos. Por lo tanto, la aplicación de dimetoato si aumenta el rendimiento final de fibra.

El rendimiento en fibra está íntimamente ligado al rendimiento en rama, aunque puede haber influencia por el porcentaje de desmote propio de cada variedad o condiciones climáticas. En el caso de rendimiento en rama, la interacción variedad x densidad no fue significativa como en el caso de rendimiento en rama, esto quizás debido a una variación en el rendimiento de cada variedad según la densidad se vio compensada con el porcentaje de desmote de cada variedad, siendo similares los rendimientos de fibra entre las diferentes variedades y diferentes densidades.

#### 4.3.5 Rendimiento de semilla

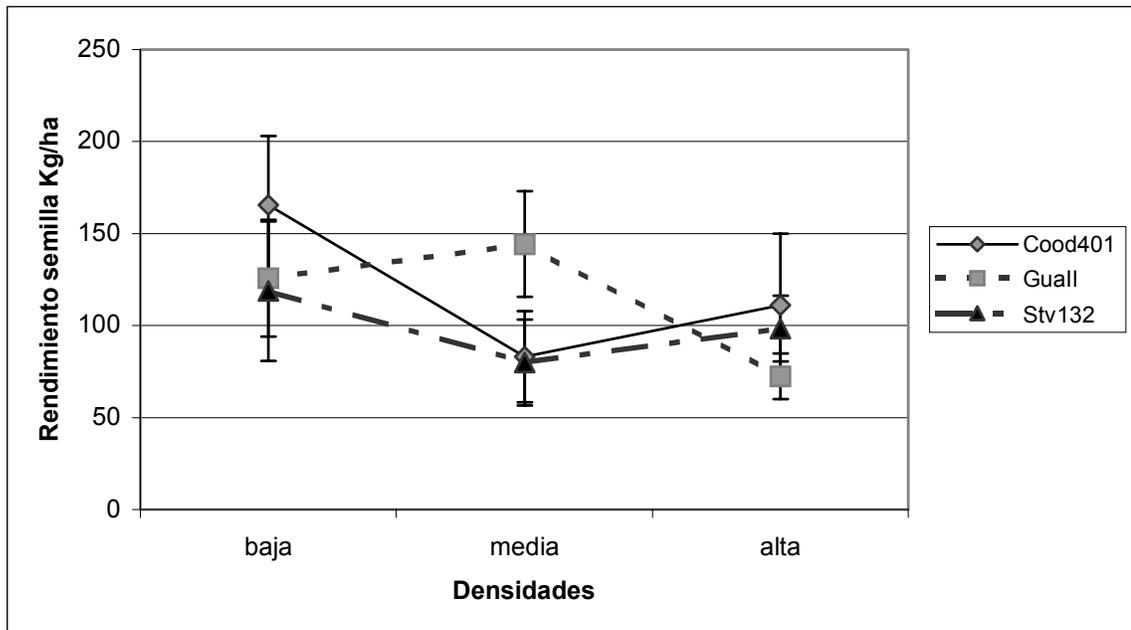
Los datos de rendimiento de semilla de algodón se ajustaron en un 84.24% al modelo, habiendo un CV de 45.13% con una probabilidad de ocurrencia de 0.0014. La media en este ensayo fue de 115 kg/ha, al igual que en el caso de los rendimientos de fibra y rama, están muy por debajo del esperado para cada variedad. Al rendimiento de semilla tuvieron influencia significativa el efecto simple de la aplicación (Cuadro19) y la interacción densidad x variedad (Gráfica 3).

**Cuadro 19. Efecto de las aplicaciones de insecticida sobre el rendimiento de semilla.**

Aplicación (dimetoato)	Rendimiento semilla (kg/ha)
Con aplicación	171 a
Sin aplicación	66 b

Las medias designadas por la misma letra no son significativas, según Tukey ( $P < 0.10$ )

La influencia de las aplicaciones fue muy notoria y significativa ( $P=0.0140$ ), ya que con las aplicaciones de dimetoato se obtuvo más del doble de rendimiento de semilla que cuando no se aplicó. Esto se pudo deber a la protección que además de dar a las bellotas cerradas les dio a las bellotas abiertas, recordando que el *Dysdercus* se alimenta de los nutrimentos de la semilla ya sea aún con las bellotas cerradas en el caso de los adultos como en bellotas abiertas a las que atacan tanto los adultos como los inmaduros de *Dysdercus*, por lo tanto la pérdida de peso o de desarrollo de la semilla fue menor en el caso del cultivo de algodón aplicado, adicionándole el hecho de que también se disminuía el daño por microorganismos.



**Gráfica 3. Efecto de la interacción variedad x densidad en el rendimiento de semilla. Zamorano, 1999.**

La interacción entre todos los factores independientes tuvo un efecto significativo en el rendimiento de semilla ( $P=0.0686$ ). El comportamiento de las variedades Coodetec 401 y Stoneville 132 son similares, con rendimientos de semilla casi iguales en las densidades media y alta, aunque en la densidad baja, la Coodetec 401 se comportó mejor que la Stoneville 132 y de hecho fue la mejor combinación entre variedad x densidad para obtener un mejor rendimiento de semilla. La Guazuncho II varió su comportamiento con relación a las otras, la cual al pasar de una densidad baja a una media, en vez de bajar su rendimiento como las otras dos variedades, lo aumenta, teniendo en esta densidad su mayor rendimiento de semilla, suponiendo por esto que bajo las condiciones de este ensayo la Guazuncho II produce semillas más sanas y con un mayor peso, por lo que este se refleja en el mayor rendimiento de semilla. En cambio, la variedad Coodetec 401 su mejor combinación es con una densidad baja, y para la Stoneville 132 es la densidad alta.

Se puede observar que las tres variedades tienen sus mejores rendimientos en densidades diferentes, esto se puede deber a las características propias de cada variedad, que deben ser tomadas en cuenta para introducirlas a ciertas zonas o bajo ciertas densidades.

#### 4.3.6 Porcentaje de desmote

Para esta variable dependiente no hubo ninguna diferencia significativa debido a los factores estudiados o a la interacción entre ellos. Usualmente el porcentaje de desmote es algo muy relacionado a la variedad y en el caso de estas tres variedades los porcentajes de desmote son similares y considerados como alto, alrededor de 37%. En el presente estudio estuvieron entre 32 y 33 %, que se consideran buenas.

Si bien a densidades bajas fue cuando se obtuvo el mejor porcentaje de desmote 34.12% esta no fue significativamente diferente a las otras densidades. Al igual que con aplicación se obtuvo un porcentaje más alto de desmote, 35%, este no fue estadísticamente diferente al tratamiento sin aplicación.

### 4.4 EFECTO SOBRE FACTORES DE CALIDAD

#### 4.4.1 Micronaire

Para esta variable los datos se ajustaron en un 70.88% al modelo, con CV de 9.09% y una probabilidad de ocurrencia de  $P=0.1640$ . El factor aplicación fue el único que tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre el diámetro de la fibra (Cuadro 20).

**Cuadro 20. Efecto de las aplicaciones de insecticida sobre el micronaire de la fibra.**

Aplicación dimetoato	Micronaire
Con aplicación	3.76 a
Sin aplicación	3.39 b

Las medias designadas por la misma letra no son significativas, según Tukey ( $P<0.10$ )

Las aplicaciones tuvieron un efecto significativo en el micronaire de la fibra ( $P=0.0068$ ), siendo más alto en el algodón donde se efectuaron aplicaciones de dimetoato, y si bien ambos promedios de micronaire son considerados aceptables por estar dentro del rango de micronaire deseable por la industria textil, en el caso donde no se aplicó dimetoato el micronaire se encuentra cerca del límite inferior de este rango, que usualmente se toma de 3.5 a 4.9 con un margen de error de más menos 0.3 (Aiken, 1998 información personal). Por otro lado el micronaire de la fibra aplicada está completamente dentro de este rango en donde las fibras se consideran finas.

Este menor desarrollo del diámetro de la fibra se pudo deber a que las bellotas en donde no se aplicó, al haber sufrido más daños por el ataque de *Dysdercus* tuvieron un desarrollo más lento de la fibra y la característica que se vio más afectada fue la de micronaire, ya que el crecimiento en grosor es posterior al desarrollo de la longitud y este empieza aproximadamente 21 días después de la antesis y termina 4 o 5 días antes de la apertura de las bellotas (Federalgodón, 1990). Por lo tanto las bellotas aplicadas pudieron desarrollarse más rápidamente en esta característica y por ende obtener un mayor micronaire.

#### 4.4.2 Longitud

Los datos de longitud se ajustaron en un 64.06% al modelo, con un CV de 3.15% y una probabilidad de ocurrencia de 0.4247. Para esta variable dependiente la única que tuvo un efecto significativo fue la variedad (Cuadro 21).

**Cuadro 21. Efecto de las variedades sobre la longitud de la fibra.**

Variedad	Longitud de fibra pulgadas
Guazuncho II	1.16 a
Coodetec 401	1.16 a
Stoneville 132	1.12 b

Las medias designadas por la misma letra no son significativas, según Tukey ( $P < 0.10$ )

La longitud es una característica que depende especialmente de la variedad aunque factores extremos de fertilidad de suelo, ataque de insectos y condiciones climáticas podrían afectar la longitud de la fibra. En este ensayo la variedad fue la única que afectó significativamente la longitud de la fibra ( $P=0.0105$ ), no habiendo diferencias significativas entre la variedades Guazuncho II y Coodetec 401, pero siendo estas dos significativamente diferentes respecto a la variedad Stoneville 132, que fue la que menor longitud de fibra presentó.

Todas las variedades presentaron una buena longitud de fibra siendo estas consideradas como fibras largas. Estos resultados coinciden con la información dada por Federalgodón., (1990) que dice que el crecimiento en longitud es el primero que se da en las fibras alcanzando su tamaño máximo entre 18 y 21 días después de fecundada la flor (antesis) en las variedades de algodón y por lo tanto al ser el primero en desarrollarse es de esperarse que en la mayoría de los casos alcance las longitudes potenciales para la variedad, por eso en este ensayo solo se encontraron diferencias entre variedades y no así entre densidades o aplicaciones. En el caso del micronaire se observó que las aplicaciones si afectaron esta característica, pero no afectaron en la longitud y se pudo deber a que la longitud es lo primero que se desarrolla en la fibra e incluso si las condiciones climáticas no son las adecuadas en un inicio, la fibra tiene más tiempo para seguir creciendo.

### 4.4.3 Uniformidad

Los datos de uniformidad se adaptaron en un 80.63% al modelo, con un CV de 1.11% con una probabilidad de 0.0116. Las variables variedad (Cuadro 22) y densidad (Cuadro 23) tuvieron un efecto significativo sobre la uniformidad de las fibras.

**Cuadro 22. Efecto de las variedades sobre la uniformidad de la fibra.**

Variedad	Uniformidad %
Coodetec 401	83.64 a
Stoneville 132	83.17 a
Guazuncho II	81.89 b

Las medias designadas por la misma letra no son significativas, según Tukey ( $P < 0.10$ )

Las variedades afectaron la uniformidad ( $P=0.0001$ ) obteniéndose las mejores características de uniformidad con las variedades Coodetec 401 y Stoneville 132, no habiendo diferencias significativas entre estas dos pero siendo estas significativamente diferentes con la variedad Guazuncho II. Siendo las dos primeras altamente uniformes y la última medianamente uniforme, según la clasificación del HVI. La característica de uniformidad es muy importante para la calidad de hilos proveniente de fibra de algodón, siendo mejor mientras más alto es el porcentaje de uniformidad y estando esta directamente relacionada con la preparación de la muestra, es decir que mientras más alta la uniformidad por lo general la preparación será mejor, en este caso las diferencias se pudieron deber a características propias de las variedades.

**Cuadro 23. Efecto de la densidad sobre la uniformidad de la fibra.**

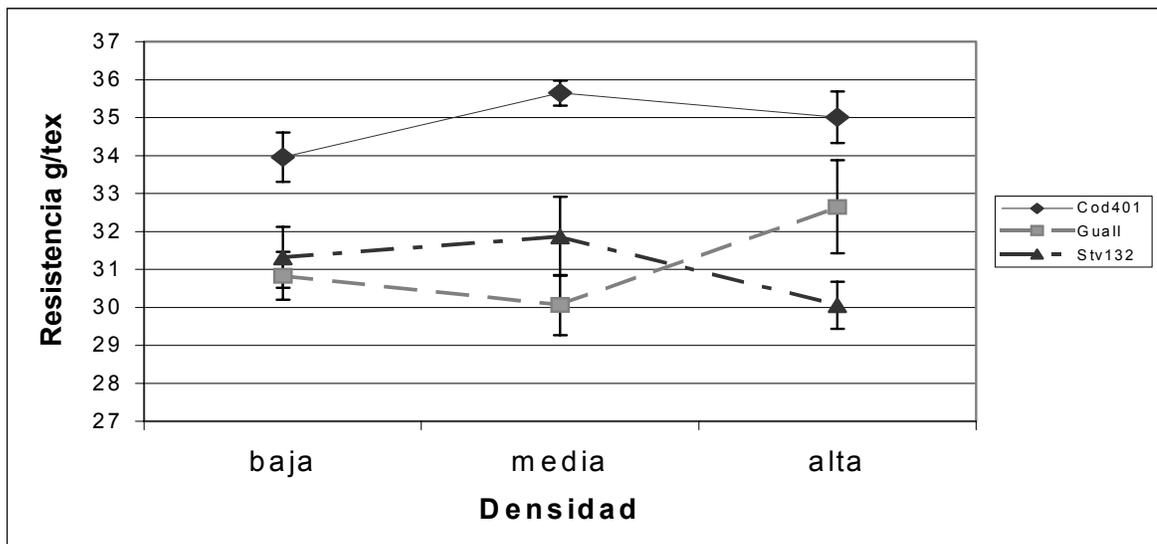
Densidad pl/ha	Uniformidad %
50,000 (alta)	83.51 a
30,000 (baja)	82.72 b
40,000 (media)	82.53 b

Las medias designadas por la misma letra no son significativas, según Tukey ( $P < 0.10$ )

La densidad tuvo efecto en las diferencias de la uniformidad de la fibra ( $P=0.0915$ ), no habiendo diferencias entre la densidad baja y media y siendo estas estadísticamente diferentes con la densidad alta, en donde se obtuvo la uniformidad más alta. Las densidades baja y media tuvieron una uniformidad media y la densidad alta una uniformidad alta.

#### 4.4.4 Resistencia

Los datos de resistencia de la fibra se ajustaron en un 85.54% al modelo, con un CV de 5.16% y una probabilidad de ocurrencia de 0.0011. Como se observa en la Gráfica 4 y Cuadro 24, la resistencia se vio afectada por el efecto simple de la variedad y el efecto de la interacción densidad x variedad.



**Gráfica 4. Efecto de la interacción densidad x variedad en la resistencia de la fibra. Zamorano, 1999.**

**Cuadro 24. Datos de resistencia y su desviación estándar en la interacción densidad x variedad. Zamorano, 1999.**

Densidad	Variedad	Resistencia gramx/tex	Desviación estándar
Alta	Coodetec 401	35.01	0.68
Alta	Guazuncho II	32.65	1.23
Alta	Stoneville 132	30.05	0.62
Baja	Coodetec 401	33.96	0.66
Baja	Guazuncho II	30.83	0.64
Baja	Stoneville 132	31.32	0.81
Media	Coodetec 401	35.65	0.33
Media	Guazuncho II	30.06	0.79
Media	Stoneville 132	31.87	1.05

La interacción de la densidad x variedad afectó significativamente en la resistencia de la fibra. En este ensayo las mejores combinaciones se dieron con la variedad Coodetec 401, siendo la mejor de las tres cuando la Coodetec 401 se sembraba a densidad media. Tanto la variedad Stoneville 132 como la Coodetec 401 prestaron su resistencia más alta al sembrarse a una densidad media; la Guazuncho en cambio presentó su máxima resistencia a una densidad alta. Esto se pudo deber a la respuesta de cada variedad a las condiciones de campo para poder producir fibras resistentes. Todas las combinaciones presentaron características de fibras fuertemente resistentes.

#### 4.4.5 Elongación

Los datos de la variable elongación se ajustaron en un 83.02% al modelo, con un CV de 4.80% y una probabilidad de 0.0042. La elongación sólo se vio afectada significativamente por el efecto simple de la variedad (Cuadro 25).

**Cuadro 25. Efecto de las variedades sobre la elongación de la fibra.**

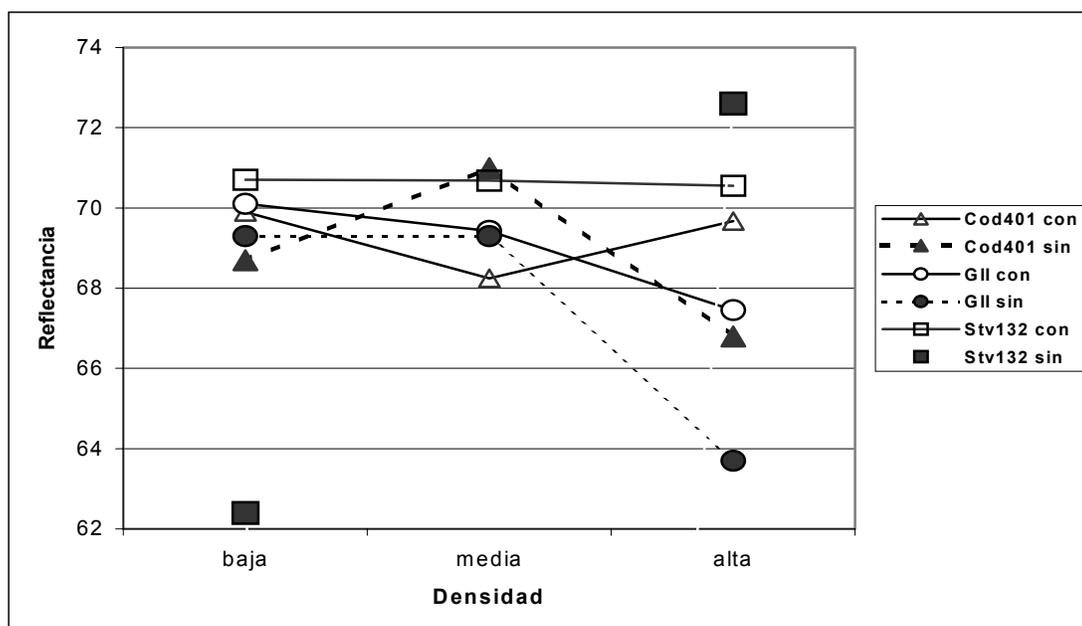
Variedad	Elongación %
Stoneville 132	7.15 a
Guazuncho II	6.41 b
Coodetec 401	6.31 b

Las medias designadas por la misma letra no son significativas, según Tukey ( $P < 0.10$ )

La elongación o elasticidad de la fibra fue afectada por la variedad ( $P=0.0001$ ), siendo la mejor variedad para esta característica la Stoneville 132, y esta significativamente diferente de las variedades Guazuncho II y Coodetec 401, no habiendo tenido estas dos últimas diferencias significativas entre ellas. Teniendo la variedad Stoneville 132 una clasificación de alta elongación, la cual es deseable por los textileros; las otras dos variedades tienen una clasificación de elasticidad media. Esto se pudo deber a características propias de cada variedad, ya que la elongación es principalmente dominado por características varietales.

#### 4.4.6 Reflectancia (Rd), (según Nickerson y Hunter)

Los datos de la variable reflectancia (Rd) o contenido de color gris en la fibra se ajustaron en un 84.64% al modelo, con CV de 2.90% y una probabilidad de 0.2497. Ningún efecto simple afectó a esta característica de la fibra, pero la interacción aplicación x variedad x densidad si afectó significativamente en la reflectancia (Gráfica 5 y Cuadro 26)



**Gráfica 5. Efecto de la interacción aplicación x variedad x densidad en la reflectancia (Rd) de la fibra. Zamorano, 1999.**

**Cuadro 26. Datos de reflectancia (Rd) y su desviación estándar de cada interacción aplicación x variedad x densidad. Zamorano, 1999.**

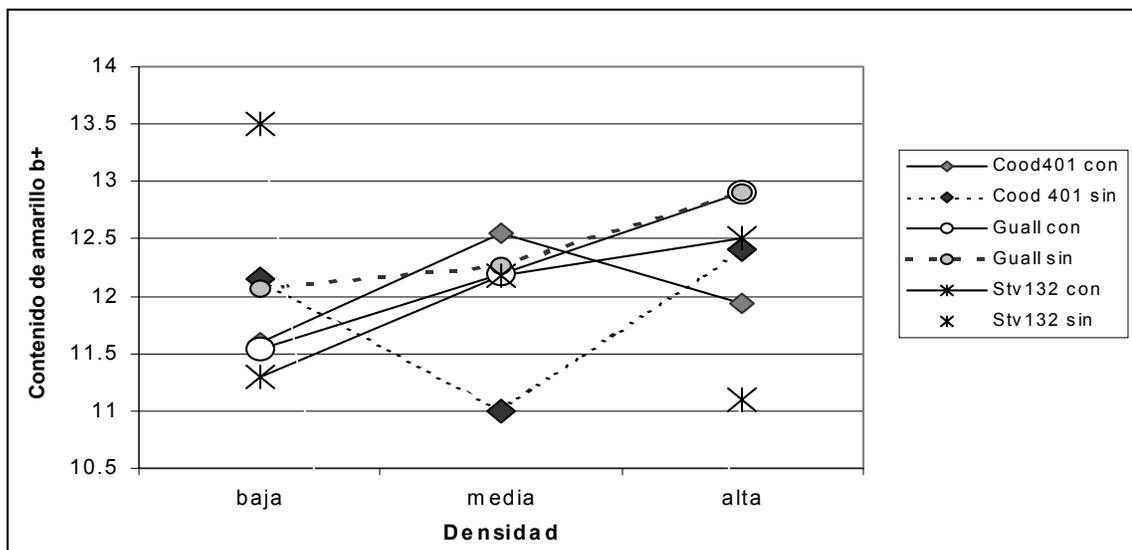
Aplicación (dimetoato)	Densidad	Variedad	Reflectancia Rd	Desviación Estándar
Con	alta	Coodetec 401	69.67	1.01
Con	alta	Guazuncho II	67.45	0.85
Con	alta	Stoneville 132	70.55	0.95
Con	baja	Coodetec 401	69.90	0.67
Con	baja	Guazuncho II	70.10	0.33
Con	baja	Stoneville 132	70.70	2.20
Con	media	Coodetec 401	68.25	0.65
Con	media	Guazuncho II	69.43	1.11
Con	media	Stoneville 132	70.68	1.53
Sin	alta	Coodetec 401	66.80	sd
Sin	alta	Guazuncho II	63.70	sd
Sin	alta	Stoneville 132	72.60	1.30
Sin	baja	Coodetec 401	68.70	2.50
Sin	baja	Guazuncho II	69.30	1.27
Sin	baja	Stoneville 132	62.40	sd
Sin	media	Coodetec 401	71.40	0.47
Sin	media	Guazuncho II	69.33	0.72
Sin	media	Stoneville 132	Sd	sd

sd= datos no disponibles

La interacción entre las tres variables dependiente afectó en la reflectancia de la fibra ( $P=0.0751$ ). Tomando en cuenta que mientras mayor es el valor de  $R_d$ , indica que el contenido de color gris en la muestra es menor, pero también va a depender del valor que tenga la cantidad de color amarillo (+b) de la misma muestra. Suponiendo un mismo valor de +b para todas las muestras, en este ensayo la mejor combinación sería la de la variedad Coodetec 401 sin aplicación y con una densidad media, pero al observar el valor +b de esta misma combinación se observa que esta tiene un valor de +b de 11, por lo que la combinación de estas dos da una calidad aproximada de "Middling spotted". En cambio la combinación variedad Stoneville 132 con aplicación y una densidad media aunque tiene un valor  $R_d$  similar a la anterior, su valor de +b de 12.5 aproximadamente, nos daría un grado de color de "Strict middling spotted", que es un grado superior a la anterior combinación y de hecho es la mejor combinación en este estudio. Por lo tanto el valor por si solo de  $R_d$  puede confundir si no se toma en cuenta el valor de +b.

#### 4.4.7 Contenido de amarillo (+b), (según Nickerson y Hunter)

Los datos de contenido de amarillo (+b) de la fibra se ajustaron en un 86.49% al modelo, con un CV de 5.62% y una probabilidad de 0.1774. Los efectos simples no tuvieron ningún efecto significativo en esta característica de la fibra, pero la interacción doble aplicación x densidad y la interacción triple aplicación x densidad x variedad sí tuvieron efectos significativos sobre el contenido de amarillo (Gráfica 6).



**Gráfica 6. Efecto de la interacción aplicación x variedad x densidad en el contenido de amarillo +b. Zamorano, 1999.**

Bajo las condiciones de este ensayo la interacción variedad x densidad x aplicación afectó significativamente al valor de +b ( $P=0.0245$ ). Este factor está muy relacionado con Rd por lo que hay que tener mucho cuidado al analizarlos independientemente. Suponiendo un valor similar de Rd para todas las muestras, el mejor valor de +b sería el más bajo, y por lo tanto asumiríamos al igual que en el valor Rd, que las dos mejores combinaciones y en apariencia similar serían las de la Coodetec 401 sin aplicación y con una densidad media y la Stoneville 132 con aplicación y una densidad media, sin embargo la mejor combinación es esta última que da un grado superior en uno a la otra combinación.

#### **4.4.8 Grado del clasificador**

La variable grado del clasificador o grado de color, que en este caso se basó únicamente en el color de la fibra obtenida correspondiente al segundo pase de cosecha, no tuvo diferencias significativas por efecto de los factores simples o de la interacción de ellos.

Sin embargo, la mejor calidad para esta característica se obtuvo con la fibra obtenida con aplicación estando esta próxima a la calidad Middling, mientras que la fibra del algodón no aplicado con dimetoato, obtuvo una calidad entre Middling light spotted y Middling spotted.

Para el caso de las densidades aunque no fueron estadísticamente diferentes, se obtuvieron las mejores calidades en densidades media y alta, aproximadamente Middling para la media y entre Middling y Middling light spotted para la alta; en cambio la densidad baja presentó fibras con características entre Middling light spotted y Middling spotted.

La variedad Stoneville 132 presentó el mejor grado de calidad de fibra, próxima a Middling, la segunda mejor en esta característica fue la Coodetec 401 con un grado próximo a Middling light spotted y por último la variedad Guazuncho II presentó fibras con características cercanas a Middling spotted. Esto quizás se debió a las características propias de cada variedad y su capacidad de soportar condiciones climáticas adversas, lluvia y alta nubosidad, durante la etapa de maduración y apertura, y también al ataque de *Dysdercus* y su daño indirecto por permitir el ingreso de microorganismos que pudieron afectar en el grado de la fibra.

Cuando se analizaron los datos de reflectancia (Rd) y contenido de amarillo (+b), encontramos diferencias significativas para estas dos variables dependientes por efecto de la interacción de los factores independientes variedad x densidad x aplicación, en el caso del grado del clasificador esta interacción no fue significativa, debido a que un mismo grado del clasificador puede tener varias combinaciones de Rd y +b, por lo tanto al haber combinado estas dos, aunque independientemente fuesen significativas al combinarse perdieron su significancia.

Se debe hacer notar que todas las calidades obtenidas, independientemente del tratamiento, obtuvieron calidades, medias o bajas, esto debido a las malas condiciones durante el desarrollo del cultivo y en especial en las etapas de maduración y apertura, donde se presentaron precipitaciones continuas con alta nubosidad lo que provoco fibras manchadas y podridas por efecto de estas condiciones, sumado al hecho del daño directo de *Dysdercus* en todos los tratamientos provocando manchas amarillo-marrón a la fibra y su daño indirecto de facilitar la penetración de microorganismos.

#### **4.4.9 Grado 1**

Se refiere a la fibra que se cosechó de aquellas bellotas abiertas que correspondían a la fibra del primer pase de cosecha, en el cual solamente se analizó el color de la fibra. Al igual que en el caso del grado de la fibra correspondiente al segundo pase, ningún factor simple o interacción afectó significativamente al grado de la fibra. Sin embargo, el mejor color de fibra según la aplicación de dimetoato se obtuvo de la fibra proveniente del área aplicada, la cual tuvo un grado cercano a Strict low middling tinged, mientras que el grado de la fibra del área sin aplicar tuvo una calidad entre Strict low middling light gray y Strict low middling gray. Esto se pudo deber, a que las aplicaciones si bien no podían controlar el efecto negativo de las lluvias y la nubosidad sobre el color de la fibra, estas aplicaciones de dimetoato al haber disminuido parcialmente la cantidad y ataque de *Dysdercus spp.*, de cierta manera disminuyeron el daño al color de manera directa y su daño indirecto de penetración de microorganismos a la bellota o directamente a la fibra. Aunque esta disminución de daño no afecto significativamente al color final.

En el caso de las densidades aunque tampoco las diferencias fueron estadísticamente significativas, la mejor calidad se obtuvo en la densidad baja, con un grado aproximadamente de Strict low middling tinged, mientras que las densidades media y alta presentaron un grado de fibra cercano a Strict low middling gray.

Para el caso de las variedades, el mejor grado se obtuvo con la variedad Guazuncho II con una calidad entre Strict low middling spotted y Strict low middling tinged, la variedad Coodetec 401 tuvo un grado aproximado de Strict low middling light gray, por último la variedad Stoneville 132 tuvo un grado próximo a Strict low middling gray.

### **4.5 ANÁLISIS ECONÓMICO**

Se realizó un presupuesto parcial (Cuadro 24), por lo cual se tuvo que identificar todos aquellos costos que variaron para cada tratamiento en el ensayo. Los costos que variaron fueron: semilla (según la densidad y la variedad), insecticida dimetoato y mano de obra para la aplicación de este, y mano de obra para la cosecha. Los beneficios brutos se basaron en el rendimiento de cada tratamiento por el precio de la calidad de la fibra menos los costos que variaron. Para estos cálculos se utilizó la metodología de CIMMYT (1988).

#### 4.5.1 Análisis marginal y de dominancia

Con el análisis marginal y de dominancia se determinó el efecto sobre el beneficio neto con cambios en los costos. Se comparó los costos que varían con los beneficios netos (Cuadro 28), donde se tomó como tratamiento dominado a aquel que tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento donde los costos que varían son menores.

**Cuadro 28. Análisis de dominancia para tres variedades de algodón sembradas a tres densidades con aplicación y sin aplicación de dimetoato. Zamorano, 1999.**

Variedad	Aplicación de dimetoato	Densidad de siembra	Costos que varían	Beneficios netos
Guazuncho II	Sin	Baja	33.8	0.2
Guazuncho II	Sin	Media	40.7	-5.7 D
Coodetec 401	Sin	Baja	41.4	-14.4 D
Stoneville 132	Sin	Baja	41.7	-18.7 D
Guazuncho II	Sin	Alta	48.7	-23.7 D
Stoneville 132	Sin	Media	49.6	-39.6 D
Coodetec 401	Sin	Media	50.5	-28.5 D
Stoneville 132	Sin	Alta	61.1	-31.1 D
Coodetec 401	Sin	Alta	61.3	-38.3 D
Guazuncho II	Con	Baja	72.5	44.5
Stoneville 132	Con	Baja	81.9	4.1D
Guazuncho II	Con	Media	82.0	58.0
Guazuncho II	Con	Alta	82.1	-39.5 D
Coodetec 401	Con	Baja	82.3	6.7 D
Stoneville 132	Con	Media	87.0	-8.0 D
Coodetec 401	Con	Media	87.9	1.1 D
Stoneville 132	Con	Alta	97.8	-2.8 D
Coodetec 401	Con	Alta	101.1	16.9 D

Baja= Menos de 30.000 plantas/hectárea

Media= Entre 30.000 y 50.000 plantas/hectárea

Alta= Más de 50.000 plantas/hectárea

D= tratamientos dominados

En el análisis de dominancia los tratamientos variedad Guazuncho II sin aplicación de dimetoato y sembrado a densidad baja; variedad Guazuncho II con aplicación de dimetoato y sembrado a densidad baja; variedad Guazuncho II con aplicación de dimetoato y sembrado a densidad media resultaron los tratamientos dominantes. Siendo el último tratamiento mencionado el que alcanzó el máximo beneficio neto, por lo tanto no necesariamente el tratamiento que obtenga el mayor rendimiento obtendrá los mayores beneficios netos; en este caso el tratamiento con mayores beneficios netos era el segundo en rendimiento.

También se observa que un aumento en los costos no siempre se traduce en mayores rendimientos o beneficios netos, por lo tanto se debe encontrar la mejor combinación.

#### 4.5.2 Tasa de retorno marginal

La tasa de retorno marginal al cambiar la variedad Guazuncho II con una densidad de menos de 30.000 plantas/ha sin aplicación del insecticida dimetoato a la misma variedad con la misma densidad pero aplicando dimetoato fue de 114.47 %, lo que indica que por cada dólar usado para comprar y aplicar dimetoato se recupera ese dólar y se obtiene 1.14 dólares adicionales. Por lo tanto, la protección que brinda el dimetoato a la fibra al ataque de insectos, en este caso en especial de *Dysdercus* y a la vez la protección indirecta de microorganismos que dañan o pudren la fibra, se ve traducido en un mayor retorno marginal. Por tanto, la aplicación de dimetoato es recomendable para la variedad Guazuncho II sembrada a densidades bajas.

$$(44.5 - 0.2) / (72.5 - 33.8) = 114.47\%$$

Al pasar de la variedad Guazuncho II con una densidad de 30.000 plantas/ha y con aplicación de dimetoato a la misma variedad con aplicación de dimetoato y a una densidad de 50.000 plantas/ha, se obtuvo un retorno marginal de 142.10%, es decir que por cada dólar utilizado para comprar un poco más de semilla, se recupera ese dólar y se obtiene 1.42 dólares adicionales.

$$(58.0 - 44.5) / (82.0 - 72.5) = 142.10 \%$$

Esa mayor tasa de retorno marginal concuerda con el mayor rendimiento obtenido por esta variedad, y aunque el porcentaje de bellotas podridas de esta variedad era mayor que las otras, esta es una variedad que produce un buen número de bellotas y de buen peso, y si bien el mayor rendimiento en rama se obtenía con la variedad Coodetec 401 con aplicación y a una densidad media, en el caso de rendimiento de fibra no había diferencias significativas en las interacciones, sólo en las aplicaciones que concuerdan en este caso con el mayor beneficio neto al utilizar dimetoato, al igual que en la calidad si bien no eran estadísticamente diferentes con aplicación y a una densidad media se obtenían las mejores calidades. A esto hay que sumar el hecho de que la semilla de Guazuncho es la de más bajo costo de las tres. El efecto de todos estos factores pudo hacer que se dé este mayor retorno marginal con la variedad Guazuncho con aplicación de dimetoato y sembrado a una densidad de entre 30.000 y 50.000 plantas/ha.

Se debe hacer notar que los beneficios netos en muchos de los tratamientos, tomando en cuenta sólo el presupuesto parcial, fueron negativos y donde fueron positivos el valor fue bastante bajo, y si se incluyen los costos fijos, todos los beneficios netos serían negativos. Esto se debió a una serie de factores de suelo y clima (analizados anteriormente en el estudio) que afectaron negativamente tanto al rendimiento como a la calidad de la fibra, A esto debemos agregarle los precios muy bajos del mercado internacional para la fibra de algodón.

## 5. CONCLUSIONES

1. El uso de insecticida dimetoato para el control de *Dysdercus* spp., incrementó los rendimientos de algodón rama, fibra y semilla.
2. La densidad de 30,000 pl/ha incrementó el porcentaje de bellotas cosechables.
3. El mayor ingreso marginal se obtuvo con la variedad Guazuncho II a una densidad de 30,000 pl/ha y con cuatro aplicaciones de dimetoato.
4. El cultivo de algodón obtuvo bajos rendimientos y calidad debido a las malas condiciones climáticas (deficiencia hídrica en la etapa vegetativa y exceso hídrico en la etapa de maduración y apertura de bellotas).

## **6. RECOMENDACIONES**

1. Realizar ensayos similares a éste, pero en una época donde las lluvias no coincidan con la etapa de madurez y apertura de bellotas y dando un mayor aislamiento a los tratamientos.
2. Evaluar otras variedades de algodón que se adapten mejor a las condiciones agroecológicas de Zamorano.
3. Evaluar la respuesta en rendimiento y calidad a las aplicaciones de otros insecticidas para el control de chinche tintórea, basando las aplicaciones en nivel crítico de la plaga.
4. Evaluar el control que puedan realizar organismos benéficos sobre las plagas.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ASOCIACIÓN NACIONAL DE PRODUCTORES DE ALGODÓN (ADEPA). 1996.**  
ADEPA el gran salto adelante. Santa Cruz, Bolivia. 20p.
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE PRODUCTORES DE ALGODÓN (ADEPA). 1997.**  
Memoria Anual 1996 – 1997. Santa Cruz, Bolivia. 22p.
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE PRODUCTORES DE ALGODÓN (ADEPA).**  
**1998a.** Minimización de la contaminación del algodón en el campo y desmotadora. Santa Cruz, Bolivia. 13p.
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE PRODUCTORES DE ALGODÓN (ADEPA).**  
**1998b.** Situación del algodón en Bolivia. Santa Cruz, Bolivia. 12p.
- CAUQUIL, J; MICHEL, B. 1989.** Enfermedades y plagas del algodón en América Central y América del Sur. Francia. 94p.
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA TROPICAL (CIAT). 1995.** El cultivo del algodón. Editorial El País. Santa Cruz, Bolivia. 60p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ Y TRIGO (CIMMYT). 1988.** La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., Mexico. 79 p.
- JOHNSON, D; STUDEBAKER, G; LORENZ, G; ALLEN, C. 1995.** Cotton insect management. Arkansas, United States of America. 6p.
- FLEIG, S. 1997.** Condiciones mínimas requeridas para una sala de clasificación. Santa Cruz, Bolivia. 4p.
- FLEIG, S. 1998.** La contaminación en el algodón: Causas y recomendaciones. *In*: Visión Agropecuaria. Santa Cruz, Bolivia. p 73-74.

**FEDERACIÓN NACIONAL DE ALGODONEROS (FEDERALGODON). 1990.**

Bases técnicas para el cultivo del algodón en Colombia. Editora Guadalupe Ltda. Bogotá, D.E, Colombia, 714p.

**GUTHRIE, D; SILVERTOOTH, J; STICHLER, C. 1993.** Monitoring plant vigor. *In:* Cotton physiology education program. United States of America. 4p.

**HAKE, K; MAYFIELD, B; RAMEY, H; SASSER, P. 1990a.** Fiber development and HVI issue. *In:* Cotton Physiology education program. United States of America. 4p.

**HAKE, K; BRAGG, K; MAUNEY, J; METZER, B. 1990b.** Causes of high and low micronaire. *In:* Cotton Physiology education program. United States of America. 4p.

**HAKE, K; BURCH, T; HARVEY, L; KERVY, T; SUPAK, J. 1991.** Plant population. *In:* Cotton Physiology education program. United States of America. 4p.

**HALEVY, J.; BAZELET, M. 1992.** Fertilización del algodón para rendimientos altos. 2da edición. Quito, Ecuador. 64p.

**INTERNATIONAL COTTON ADVISORY COMMITTEE (ICAC). 1998.** Cotton: World statistics. Washington, United States of America. 113p.

**LEES, P. 1987.** Insectos del algodón. *In:* Agricultura de las Américas. Estados Unidos de América. p 4-10.

**MATARRITA, A. 1987.** El cultivo del algodón. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 39p.

**NATIONAL COTTON COUNCIL. 1990.** Producing quality cotton. Memphis, United States of America. 17p.

**NATIONAL COTTON COUNCIL. 1995.** Cotton Physiology Education Program. Memphis, United States of America. 244p.

**OSPINA, M. 1970.** Clasificación del algodón en fibra y principios de desmote. 2<sup>da</sup>. edición. Colombia. 79 p.

**POQUIVIQUI, G. 1998.** Comportamiento de dos variedades de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) sembradas a tres densidades con el uso de un regulador de crecimiento en Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras, 61p.

**PROGRESSIVE FARMER. 1982.** How a cotton plant grows. United States of America. 10 p.