

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Extractos de Algas Marinas en el Desarrollo, Rendimiento y  
Calidad de Fibra de Algodón (*Gossypium hirsutum* L.)

Por:

**CARLOS EDUARDO HERNÁNDEZ RAMÍREZ**

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Extractos de Algas Marinas en el Desarrollo, Rendimiento y  
Calidad de Fibra de Algodón (*Gossypium hirsutum* L.)

Por:

**CARLOS EDUARDO HERNÁNDEZ RAMÍREZ**

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada

  
M.C. Federico Facio Parra  
Asesor Principal

  
M.C. Leticia Escobedo Bocardo  
Coasesor

  
M.C. José Omar Cárdenas Palomo  
Coasesor

  
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación  
División de Agronomía  
Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2012

## DEDICATORIA

A mis Padres:

**Angélica Ramírez Alonso**

**Y**

**Carlos Hernández Bautista**

*Por todo el amor incondicional que me han brindado siempre, por sus consejos que gracias a ellos me han dirigido por los buenos caminos, por haber confiado siempre en mí, ya que ustedes fueron y seguirán siendo mi motivo para seguir viviendo y salir adelante, no les digo que tanto los quiero porque no hay palabra existente para decírselos. Los Amo.*

A mis hermanos:

**Edgar Javier, Ariel Hamid y Aarón Abisaí:** *Por todo el apoyo que siempre me han dado y por las cosas tan maravillosas que hemos pasado juntos y el gran amor que me tienen al igual que yo a ellos.*

A mi abuelita: **Reyna Bautista Santiago.** *Por darme ese gran animo en superarme y los grandes consejos que jamás hicieron falta, lamentablemente no viste culminado tu sueño, pero este esfuerzo va dedicado a ti madre querida. Te quiero.*

A mis tíos y tías:

*Por todo el cariño y los consejos que siempre me han dado.*

A mis primos(as):

*Por los grandes momentos inolvidables que siempre hemos pasado.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios: por darme esta vida tan maravillosa al lado de todos mis seres queridos y por guiarme siempre en el camino correcto.*

*A Mi Alma Terra Mater: por brindarme las herramientas del aprendizaje y formarme como profesionalista.*

*A la Asociación Nueva Laguna de Algodoneros y al Ing. Vicente: por permitirme realizar el presente trabajo en sus instalaciones.*

*Al M.C. José Omar Cárdenas Palomo: por haber confiado en mí y en particular por ofrecerme su asesoría, apoyo y amistad incondicional para realizar este trabajo de investigación.*

*Al M.C. Federico Facio Parra: por su asesoría y orientación en la realización de este trabajo sin el cual no hubiera sido posible culminarlo.*

*A la M.C. Leticia Escobedo Bocardo: por brindarme su apoyo y tiempo para la revisión de este trabajo. Gracias.*

*Al Ing. Benito Canales López: por facilitarme el material necesario para realizar este trabajo de investigación para su empresa "Palau Bioquim".*

*A mis Maestros: que gracias a ellos aprendí cosas nuevas y por ello se me facilitarán más las cosas en el futuro.*

*A mis Amigos: Por todas las experiencias inolvidables que pasamos juntos ya sean buenas o malas pero que siempre estuvimos juntos con la frente en alto con ganas de superarnos y que no es necesario mencionarlos ya que ellos saben quiénes son.*

## INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS .....	V
ÍNDICE DE CUADROS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
RESUMEN.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL .....	3
HIPÓTESIS .....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE ALGODÓN .....	4
2.1.1 Historia y Origen .....	4
2.1.2 Descripción morfológica del algodón .....	5
2.1.3 Clasificación Taxonómica .....	6
2.2 IMPORTANCIA ECONÓMICA.....	6
2.3 UTILIZACIÓN DEL ALGODÓN .....	7
2.4 PRODUCCIÓN MUNDIAL DEL ALGODÓN.....	9
2.4.1. Exportaciones mundiales.....	10
2.4.2. Importaciones mundiales.....	11
2.5 PRODUCCIÓN NACIONAL DE ALGODÓN .....	12
2.6 CLASIFICACIÓN DEL ALGODÓN .....	14
2.6.1 Estándares de calidad .....	14
2.7 CARACTERÍSTICAS DE LAS ALGAS MARINAS .....	19
2.7.1 Clasificación.....	19
2.7.2 Reproducción.....	20
2.7.3 Composición .....	20
2.7.4 Usos de las algas.....	21
2.7.5 Productos elaborados a base de Algas Marinas .....	21
2.7.6 Efecto de las Algas Marinas en el Suelo .....	24
2.8 ALGAENZIMS <sup>MR</sup> .....	25
2.8.1 Compatibilidad.....	26
2.8.2 Propiedades .....	26
2.9 FRUTOENZIMS <sup>MR</sup> .....	27
2.9.1 Composición .....	27
2.9.1 Compatibilidad.....	27
2.10 CUAJAENZIMS <sup>MR</sup> .....	28
2.10.1 Composición .....	28

<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>29</b>
3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SITIO EXPERIMENTAL .....	29
3.2 MATERIAL VEGETATIVO .....	29
3.3 MATERIAL Y EQUIPO UTILIZADOS.....	30
3.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS .....	30
3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL .....	31
3.6 MODELO ESTADÍSTICO.....	32
3.7 TAMAÑO DE LA PARCELA EXPERIMENTAL .....	32
3.8 TRABAJOS DE CAMPO .....	33
3.8.1 Preparación del terreno.....	33
3.8.2 Fertilización.....	33
3.8.3 Siembra .....	34
3.8.4 Riego.....	34
3.8.5 Aplicación de productos bajo estudio .....	34
3.9 VARIABLES FENOLÓGICAS .....	34
3.9.1 Altura de planta.....	35
3.9.2 Diámetro de tallo.....	35
3.9.3 Número de bellotas.....	35
3.9.4 Número de flores .....	35
3.10 CONTENIDO DE CLOROFILA.....	36
3.11 RENDIMIENTO .....	36
3.12 COMPONENTES DE RENDIMIENTO .....	37
3.13 CONTENIDO DE MATERIA SECA.....	38
3.14 NÚMERO DE NUDOS.....	38
3.15 VARIABLES PARA EVALUAR LA CALIDAD DE FIBRA DE ALGODÓN .....	38
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>39</b>
4.1 VARIABLES FENOLÓGICAS .....	39
4.1.1 Altura de planta.....	39
4.1.2 Diámetro de Tallo.....	41
4.1.3 Número de bellotas.....	41
4.1.4 Número de flores .....	43
4.2 CONTENIDO DE CLOROFILA.....	44
4.3 RENDIMIENTO .....	46
4.4 COMPONENTES DE RENDIMIENTO .....	49
4.5 MATERIA SECA .....	53
4.6 NÚMERO DE NUDOS.....	54
4.7 CALIDAD DE FIBRA .....	55
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>63</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Exportaciones mundiales de algodón en el periodo de 2006 a 2010.....	11
Cuadro 2. Importaciones mundiales de algodón en el periodo de 2006 a 2010.....	11
Cuadro 3. Clasificación de la longitud de fibra (LEN) de algodón Upland Americano generados en La Comarca Lagunera, México. ....	15
Cuadro 4. Clasificación de resistencia (STR) para muestras de algodón de la Comarca Lagunera. ....	16
Cuadro 5. Clasificación del índice de uniformidad (UNF) para muestras de algodón de la Comarca Lagunera.....	17
Cuadro 6. Descripción de los tratamientos y aplicaciones realizadas en el cultivo de algodón. ....	31
Cuadro 7. Croquis de la parcela experimental.....	33
Cuadro 8. Cuadrados medios y grado de significancia de las variables fenológicas y contenido de clorofila para los 5 tratamientos evaluados. ....	39
Cuadro 9. Comparación de medias para la variable altura de planta en cm, en tres fechas de muestreo. ....	40
Cuadro 10. Comparación de medias para la variable número de bellotas en dos muestreos. ....	42
Cuadro 11. Comparación de medias para la variable número de flores en 2 muestreos. .	43
Cuadro 12. Comparación de medias para la variable contenido de clorofila, en unidades SPAD. ....	44
Cuadro 13. Cuadrados medios y grado de significancia de las variables de rendimiento y sus componentes, materia seca y número de nudos. ....	46
Cuadro 14. Comparación de medias para componentes de rendimiento.....	49
Cuadro 15. Comparación de medias para número de nudos en plantas de algodón. ....	54
Cuadro 16. Cuadrados medios y grado de significancia de las variables de calidad de fibra.....	55
Cuadro 17. Comparación de medias para parámetros de calidad de fibra de algodón. ....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales países productores de algodón en el periodo de 1999 a 2003. ....	9
Figura 2. Producción mundial de algodón en el periodo de 2010/11. ....	10
Figura 3. Fluctuación del precio del algodón en el período de octubre del 2011 a noviembre del 2012. ....	13
Figura 4. Diámetro de tallo en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1). ....	41
Figura 5. Contenido de clorofila en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1). ....	45
Figura 6. Rendimiento de algodón hueso ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1). ....	47
Figura 7. Rendimiento de algodón pluma ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1). ....	48
Figura 8. Número de capullos por planta de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1). ....	50
Figura 9. Peso de capullo en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1). ....	50
Figura 10. Porcentaje de fibra en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1). ....	51
Figura 11. Índice de semilla en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1). ....	52
Figura 12. Contenido de materia seca en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1). ....	53
Figura 13. Numero de nudos en la planta de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1). ....	55
Figura 14. Longitud de fibra en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1). ....	57
Figura 15. Resistencia de la fibra en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1). ....	58
Figura 16. Finura de la fibra en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1). ....	59
Figura 17. Índice de uniformidad de fibra en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1). ....	60
Figura 18. Índice de madurez de fibra en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1). ....	61

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la parcela número cinco de “Unificación Nueva Laguna” de Algodoneros en San Pedro de las Colonias, Coah., durante el ciclo primavera-verano del 2011; conjuntamente en el Laboratorio de fibras de algodón del C.E.LALA del INIFAP en Matamoros, Coah., con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de productos derivados de extractos de algas marinas con nombre comercial de: ALGAENZIMS<sup>MR</sup>, FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> y CUAJAENZIMS<sup>MR</sup> en el desarrollo, rendimiento y calidad de fibra en el cultivo de algodón. El experimento se realizó bajo un arreglo en parcelas apareadas en franjas donde cada una representaba un tratamiento de los cinco establecidos con cinco repeticiones resultando lo siguiente: el tratamiento 3 (aplicación foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> + 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) resultó ser mejor estadísticamente en la variable altura de planta con un incremento de 15.6 cm (16.3%) con respecto a la media del testigo de 95.6 cm, así mismo se observó un mayor número de flores con un incremento de 14.2 unidades (71.7%) en etapa de floración y un incremento en número de bellotas en etapa de fructificación con 11.8 unidades (62.7%) con respecto al testigo que tuvo medias de 19.8 y 18.8 unidades para las dos variables. Los tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas (2, 3, 4 y 5) por tener presencia de microalgas cianofitas mostraron ser iguales entre si y mejores estadísticamente en contenido de clorofila al incrementar entre un 16-20.5% más que el testigo. En rendimiento no se obtuvo significancia estadística en los tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas, únicamente se observó una tendencia positiva en el tratamiento 5 (1 lt.ha<sup>-1</sup> suelo + 1 lt.ha<sup>-1</sup> foliar de ALGAENZIMS<sup>MR</sup> + aplicación foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> + 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) con incremento de 247.1 kg.ha<sup>-1</sup>, el cual representa un 6.9 % mas con respecto al testigo que fue de 3549.2 kg.ha<sup>-1</sup>. La calidad de fibra no fue afectada en cinco tratamientos bajo estudio ya que se ubico dentro de la clasificacion de algodón UPLAND y para la industria textil.

**Palabras clave:** algodón, algas marinas, calidad de fibra, microalgas cianofitas.

## INTRODUCCIÓN

En el período 2010/2011, la producción de algodón se distribuyó de la siguiente manera: China fue el principal productor del mundo, con una participación de 25%; le sigue la India con un 22%; EE.UU., 17%; y Brasil con un 8%. La producción en México representa poco más de 0.58% del total de la producción mundial (Fuente: CCIA).

El algodón en México ha sido un cultivo tradicional y está considerado como uno de los principales en el país, su aprovechamiento comercial incluye dos productos: la fibra cuyo destino es la industria textil y la semilla que se emplea en la alimentación del ganado y en menor escala en la industria extractora de aceite para consumo humano (Godoy y Palomo, 1998).

Sin embargo, el cultivo del algodón enfrenta serios problemas, destacando por su importancia la escasez de agua, alta incidencia de plagas, enfermedades y malezas que en un momento dado pueden ser la causa de los bajos rendimientos unitarios (Esparza *et al.*, 1998; Godoy, 1999).

El cultivo de algodón ha tenido una tendencia variable, en 1993 se sembraron solamente 42,539 has. Esta reducción en comparación con años anteriores se debió a que la mosquita blanca se estableció como un problema en el Valle de Mexicali, B. C. en 1991. En 1994 la superficie nacional se incrementó hasta 175,375 has alcanzando un máximo de 314,776 has en 1996. A partir de ese año la superficie de siembra tendió a bajar paulatinamente hasta sembrarse solamente 40,483 has en el año 2002, la más baja superficie de algodón establecida en nuestro país. En el 2004 continuó el incremento alcanzando 107,346 has (Fuente: SAGARPA).

La producción estatal de algodón hueso en el 2010, se concentró en el norte del país. Chihuahua, produce el 59% del total de algodón en México. En segundo y tercer lugar, se encuentra Baja California con el 20%, muy cerca Coahuila, con el 13%. Continua, Durango, Sonora y Tamaulipas con 5%, 2% y 1% respectivamente (Fuente: SAGARPA, DGAFR con datos de SIAP, 2010).

En los últimos años, las ganancias de los productores mexicanos de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) se han reducido debido a los incrementos en los costos de producción y al bajo precio de la fibra en el mercado internacional, por lo que ha sido necesario subsidiar la producción, y explorar nuevas alternativas para evaluar el rendimiento y hacer más redituable el cultivo.

Por lo anterior, se realizó el presente trabajo de investigación, con la finalidad de encontrar una alternativa que ayude a incrementar los rendimientos, la cual serviría para solventar y mitigar problemas que actualmente presenta la agricultura convencional en México, así como, reducir el uso de fertilizantes inorgánicos y disminuir la contaminación al medio ambiente.

Por ello, el uso de productos derivados de extractos de algas marinas representa una buena alternativa, ya que presentan ser un buen bioestimulante en las plantas, mejorador de suelos y son una opción para la agricultura orgánica y sustentable.

## **Objetivo general**

Evaluar el efecto de la aplicación de productos comerciales derivados de extractos de Algas Marinas en el desarrollo, rendimiento y calidad de fibra de algodón.

## **Hipótesis**

Alguno de los tratamientos a base de extractos de algas marinas tendrá efecto en el desarrollo, rendimiento y calidad de fibra en el cultivo de algodón.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades del cultivo de algodón

#### 2.1.1 Historia y Origen

El algodón es una planta textil de fibra suave considerada la más importante del mundo y su cultivo es de los más antiguos. El algodón fue el primer textil en la India. Los primeros escritos del algodón son textos hindúes, himnos que datan 1500 años A.C. y libros religiosos de 800 años A.C. Los especímenes más viejos de productos fabricados con algodón datan desde unos 3000 años A.C., eran fragmentos de tejidos muy elaborados en la región norte de la costa peruana. A partir del año 800 D.C. se encuentran menciones de fibras y tejidos en los países orientales. Los árabes propagaron el algodón en los países mediterráneos y ese fue el origen de la industria del algodón en Barcelona. En el siglo XVII Inglaterra se convirtió en un centro importante de producción de algodón. En Estados Unidos el algodón se introdujo en el Siglo XVIII y provenía de las regiones meridionales de América.

Según la Enciclopedia de Alimentos y Nutrición (Foods and nutrition Encyclopedia), el primer cultivo del algodón descubierto hasta ahora en las Américas se presentó en México, hace unos 8.000 años. Las especies autóctonas de *Gossypium hirsutum*, que hoy es la especie más plantada de algodón en el mundo, constituyen alrededor del 89,9% del total de la producción mundial. La mayor diversidad de especies silvestres de algodón se encuentra en México, seguido por Australia y África.

En México la primera región en la que se cree que se cultivó el algodón fue en Veracruz. Se tenía una producción en el siglo XVI de 116 millones de libras, pero disminuyó al llegar los españoles. A partir de 1860 aumentó el interés en varias partes de México, las zonas de producción están situadas al norte y cerca de los Estados Unidos.

Sarmiento (Hernández *et al.*, 1992) mencionó que el algodón y el aprovechamiento de su fibra, data de tiempos remotos. En el noreste de la India (valle del río Indo Pakistán oriental), se comprobó la existencia de tallos y productos fabricados con algodón en antiguas tumbas hindúes, que datan de 3,000 años a.C., y pertenecen a *Gossypium arboreum* L., existente aun en la India.

Robles (1980) señala que el algodón es nativo del viejo y del nuevo mundo, concepto que a veces causa confusión pero hay que recordar que la explicación lógica puede ser la teoría de la deriva de los continentes, en donde estos se fueron separando, después de que diferentes especies vegetales se habían dispersado, en grandes áreas geográficas.

### **2.1.2 Descripción morfológica del algodón**

El algodón es un pequeño arbusto arbóreo de tipo perenne, propio de las zonas con clima tropical. Su morfología varía según la especie, la influencia del ambiente y las condiciones del cultivo.

**Raíz:** La raíz principal es pivotante. Las raíces pueden llegar hasta los 2 m de profundidad. En los suelos poco profundos o con mal drenaje apenas alcanzan los 50 cm.

**Tallo:** El algodón presenta tallo erecto y una ramificación regular, caracterizada por tener unas ramas vegetativas y otras fructíferas.

**Hojas:** Grandes, de color verde intenso, pecioladas y de márgenes lobulados, las cuales poseen brácteas.

**Flores:** Esta planta presenta flores grandes, solitarias y penduladas, con un cáliz protegido por 3 brácteas. La corola se forma a partir de grupo de estambres que circulan el pistilo.

**Frutos:** El fruto del algodón es una cápsula ovoide que pesa de 4 a 10 g, la cual presenta un color verde durante su crecimiento y oscuro al madurar.

### 2.1.3 Clasificación Taxonómica

**Reino**-----Vegetal

**División**-----Tracheophita

**Clase**-----Angiospermae

**Orden**-----Málvales

**Familia**-----Malváceas

**Género**-----*Gossypium*

**Especie**-----*hirsutum*

**Nombre científico**-----*Gossypium hirsutum* L.

### 2.2 Importancia económica

Existen tres grupos principales de algodón que son de importancia comercial.

El primero (*Gossypium hirsutum*) es nativo de México y América Central y ha sido desarrollado para uso extensivo en los Estados Unidos, representando más del 95% de la producción norteamericana. Este grupo es conocido en los Estados Unidos como algodón Upland Americano.

Un segundo (*G. barbadense*) que cierra el balance de la producción norteamericana, es de primitivo origen en América del Sur. Es conocido en los Estados Unidos como Pima Americano.

Y un tercer grupo (*G. herbaceum* *G. arboreum*) comprende algodones nativos de la India y Asia del Este.

Es importante mencionar aspectos como la reducción en la superficie cultivada en los principales países productores así como la merma en la productividad, fueron los elementos fundamentales que llevaron a la producción, en 1998/99, a su nivel más bajo de la segunda mitad de la presente década, ubicándose aproximadamente 8.0% por abajo de la obtenida en 1995/96, año en el cual se alcanzó la mayor producción del último quinquenio de la década de los noventa. En cuanto al consumo del algodón el panorama nos indica que en todo el mundo se vió afectado por dos factores importantes. Por un lado, la caída en la producción disminuyó la oferta existente y por lo tanto incrementó los precios de la fibra, y por el otro la contracción de la demanda en los países asiáticos. Sumando a todo lo anterior, los cambios climáticos que están aconteciendo.

### **2.3 Utilización del algodón**

El cultivo del algodón va encaminado hacia el consumo de la fibra textil donde la industria se divide en: producción de fibra, producción de hiladura y producción final textil, adicionalmente se obtiene la semilla que se utiliza para la producción de aceite.

El despepitado es el proceso de separar las fibras de algodón de las semillas. El algodón hueso es la materia prima para extraer los subproductos que se comercializan en el mercado, es decir, la fibra y la semilla.

Según Augstburger *et al.* (2000) menciona que el rendimiento por unidad de superficie de 1000 kg.ha<sup>-1</sup> de algodón se distribuye aproximadamente en:

- 420 kg de fibra (algodón en rama)
- 220 kg de torta o harina de algodón
- 100 kg de aceite
- 200 kg de cáscara
- 20 kg de semilla de reserva
- 40 kg de impurezas

El aceite que se extrae de la semilla puede utilizarse como aceite comestible y en todos los demás propósitos. En la fabricación de aceite de la semilla de algodón y en el aprovechamiento de la torta de algodón como forraje, hay que tener cuidado de alejar, por el método de calentamiento, el gossypol que pudiera encontrarse en el aceite y la torta. El gossypol es venenoso para los humanos y para los animales con un solo estómago (por ejemplo: cerdos); solamente los rumiantes, como por ejemplo los vacunos, pueden digerir sin problema la torta con gossypol. La cáscara de la semilla puede aprovecharse como forraje crudo y como cama para el ganado, como abono o como combustible (Augstburger *et al.* 2000).

SAGARPA (2008) informa que de un cien por ciento de algodón se obtiene: fibra (37%), semilla (54%) y merma (9%). De la semilla de algodón se obtienen los siguientes subproductos: harinolina 43%, cascarilla 20%, aceite 17%, mermas 13% y borra 7%. Los derivados del algodón más importantes, después de la fibra que es utilizada básicamente en la industria textil, es la semilla que se emplea como alimento para ganado lechero y en la industria extractora de aceites para consumo humano, aunque en menor escala.

## 2.4 Producción mundial del algodón

El algodón es una fibra que ha presentado oscilaciones en la producción derivada del comportamiento de los mercados internacionales, actualmente se cultiva en más de 80 países.

Los principales países productores de algodón en el período 1999/00 al 2002/03, se presentan en la Figura 1 donde se muestra que China se coloca en el rango de 15 a 25 millones de pacas, Estados Unidos 15 a 20, India 10 a 15, Paquistán y Asia Central entre el 10 y Australia, Turquía, Brasil y México producen menos de 5 millones de pacas, el resto de otros países se ubican entre 10 a 15 millones de pacas (218 kg cada una).

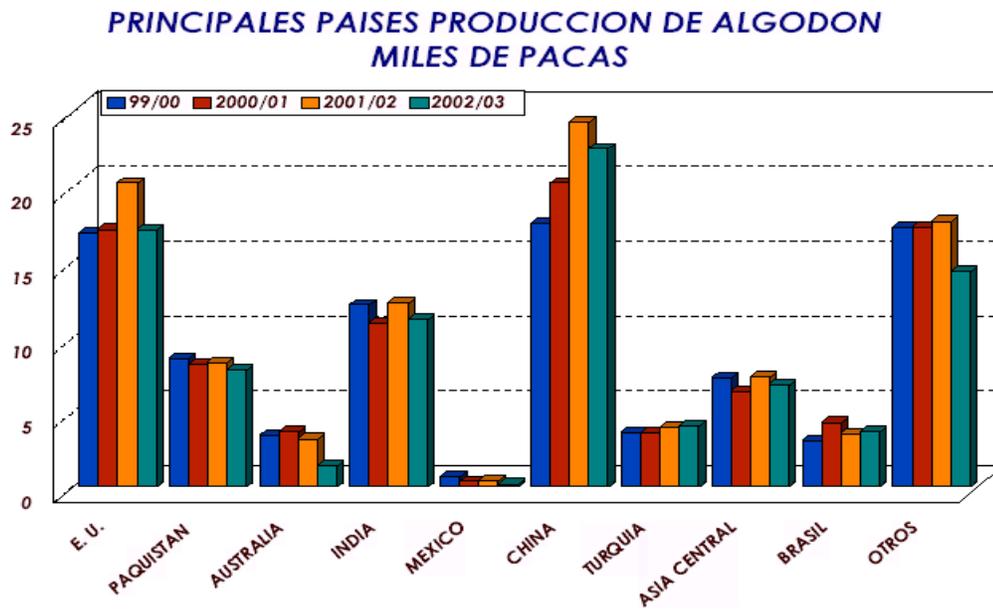


Figura 1. Principales países productores de algodón en el periodo de 1999 a 2003.

En el período 2010/2011, la producción de algodón se distribuyó de la siguiente manera: China fue el principal productor del mundo con una participación de 25%; le sigue la India con un 22%; EE.UU., 17%; y Brasil con un 8% (Figura 2). La producción en México representa poco más de 0.58% del total de la producción mundial. (Fuente: Estimado por el comité consultivo internacional del algodón (CCIA)).

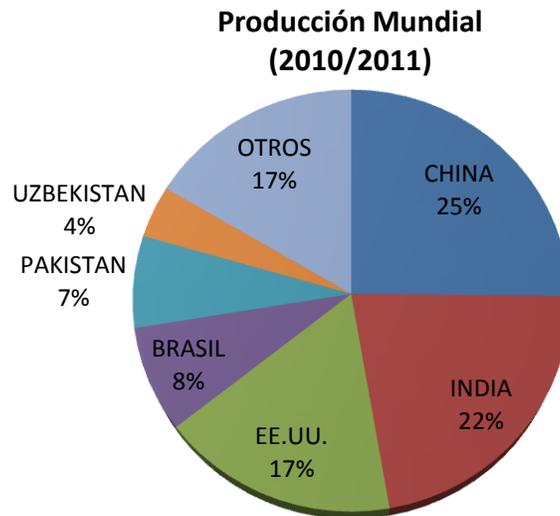


Figura 2. Producción mundial de algodón en el periodo de 2010/11.

#### **2.4.1. Exportaciones mundiales**

Con respecto a las exportaciones de algodón (Cuadro 1), el principal país exportador es EE.UU., seguido de Uzbekistán, Brasil, Australia, Turkmenistan, cabe mencionar que China, siendo el principal productor de algodón no figura como uno de los principales países exportadores.

Cuadro 1. Exportaciones mundiales de algodón en el periodo de 2006 a 2010.

<b>Exportaciones Mundiales de Algodón (Millo. de ton.)</b>				
<b>País</b>	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10
EE.UU.	3.048	2.973	2.555	2.308
Uzbekistán	0.957	0.887	0.550	0.831
Brasil	0.300	0.486	0.480	0.347
Australia	0.483	0.270	0.230	0.289
Turkmenistan	0.167	0.185	0.120	0.199
Burkina Faso	0.309	0.194	0.156	0.198
<b>Total Mundial</b>	<b>8.514</b>	<b>8.358</b>	<b>6.176</b>	<b>7.272</b>

## 2.4.2. Importaciones mundiales

Las importaciones mundiales para el ciclo 2009/10 ascendieron a 7.272 millones de toneladas. En el Cuadro 2 se puede observar a los principales países importadores a nivel mundial por orden de importancia son: China, Pakistán, Turquía, Bangladesh, Indonesia, Tailandia y México.

Cuadro 2. Importaciones mundiales de algodón en el periodo de 2006 a 2010.

<b>Importaciones Mundiales de Algodón (Millo.de ton.)</b>				
<b>País</b>	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10
China	2.901	2.511	1.500	2.110
Pakistán	0.500	0.786	0.450	0.653
Turquía	0.710	0.700	0.470	0.611
Bangladesh	0.453	0.600	0.551	0.585
Indonesia	0.455	0.495	0.435	0.443
Tailandia	0.430	0.420	0.410	0.399
México	0.321	0.333	0.266	0.315
<b>Total Mundial</b>	<b>8.514</b>	<b>8.289</b>	<b>6.176</b>	<b>7.272</b>

El continente asiático es el que tiene mayor demanda de algodón, encabezando la lista China con un porcentaje de importación para el ciclo 2009/10 de 29.06% seguido de Pakistán con 8.98%, Turquía con 8.40%, Bangladesh con 8.04%, Indonesia con 6.09%, Tailandia con 5.49% y México con 4.33% de importaciones mundiales.

## **2.5 Producción nacional de algodón**

La producción de algodón en México es considerada de gran tradición y como de los principales de nuestro país, ya que por muchos años fue un producto de exportación altamente generador de divisas. El cultivo del algodón es uno de los productos con una mayor ocupación de mano de obra en el medio rural, ocupa 23.8 jornadas hombre directas en el campo y 56 más en forma indirecta. Además de esto se encuentran involucrados en el sector una gran cantidad de negocios de maquinaria agrícola, insecticidas, fumigadores, proveedoras de fertilizantes, talleres, etc. ya sean personas físicas o morales que se benefician del cultivo de algodón en las regiones en donde se siembra.

En 1994 la superficie nacional se incrementó hasta 175,375 hectáreas alcanzando un máximo de 314,776 hectáreas en 1996. A partir de ese año la superficie de siembra tendió a bajar paulatinamente hasta sembrarse solamente 40,483 hectáreas en el año 2002, la más baja superficie de algodón establecida en nuestro país. En el 2004 continuó el incremento alcanzando 107,346 hectáreas (Fuente: SAGARPA). Del 2006 al 2009 se tiene una reducción en la superficie destinada al cultivo en 45,405 hectáreas.

La producción estatal de algodón hueso en el 2010 se concentró en el norte del país. Chihuahua produce el 59% del total de algodón en México. En segundo y tercer lugar, se encuentra Baja California con el 20%, muy cerca Coahuila con el 13%. Continua, Durango, Sonora y Tamaulipas con 5%, 2% y 1% respectivamente (Fuente: SAGARPA, DGAFR con datos de SIAP, 2010).

En el año 2011 la superficie sembrada incrementó a 198,439.53 hectáreas en comparación a los años anteriores donde se había reducido a 45,405 hectáreas, el rendimiento promedio fue de 3.86 ton Ha<sup>-1</sup> a nivel nacional (Fuente: SIAP, 2011). El precio del algodón fluctúa de acuerdo a los precios internacionales principalmente de los Estados Unidos. En el año 2011 el precio alcanzó el boom al precio con 2.3 dólares por libra (27.5 pesos), cuando en marzo del 2008 la libra apenas alcanzaba los 48 centavos, lo que significa un crecimiento muy importante; además los futuros se vislumbran al menos hasta el 2012 muy positivos, con un límite de conservación de precios de 1 dólar por libra, detalló Jorge Medina, presidente del Consejo Nacional de Productores de Algodón (CNPA). En la Figura 3 se observa que a partir del mes de mayo al mes de noviembre del año 2012 el precio decreció 6,457.11 pesos por tonelada lo que representa un 25.4% a la baja (Fuente: USDA Market News, 02 Noviembre 2012).

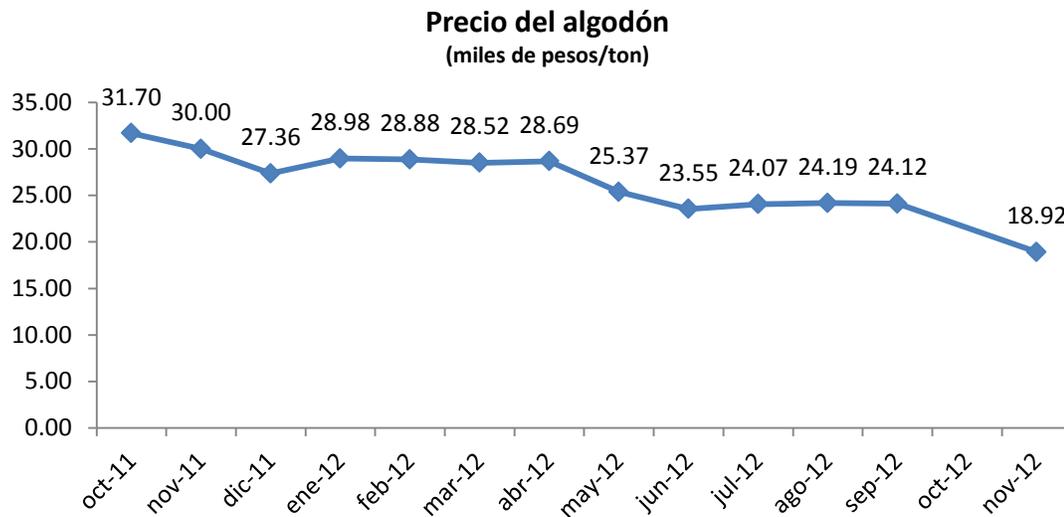


Figura 3. Fluctuación del precio del algodón en el período de octubre del 2011 a noviembre del 2012.

## **2.6 Clasificación del Algodón**

La clasificación específicamente identifica las características de la longitud de la fibra, resistencia, micronaire, uniformidad de la longitud, color e impurezas. Se han usado dos métodos de clasificación, uno de tipo manual y visual aplicado por un clasificador experto y otro que desde 1991 se aplica en Estados Unidos el cual utiliza equipo de **HVI** (High Volume Instrumentation).

### **2.6.1 Estándares de calidad**

Las siguientes características de la fibra son determinaciones oficiales realizadas con los instrumentos de alto volumen (HVI) y usadas en la clasificación del algodón UPLAND (Ricciardi, *et al.* 1999). Si bien la clasificación no es obligatoria, los agricultores generalmente la encuentran esencial para comercializar sus cosechas y por la participación en el programa de precio sostén del USDA. Los servicios de clasificación son provistos individualmente a compradores, manufactureros, fitotecnistas, investigadores y otros.

#### **Longitud de fibra**

Es la longitud promedio de la mitad más larga de las fibras (longitud media de la mitad superior). La misma es informada en treintaidosavos de pulgada (Cuadro 3). Es medida pasando una “barba” de fibras paralelas a través de un punto de detección. La barba es formada cuando las fibras de una muestra de algodón son tomadas por una grampa, después peinada y cepillada para enderezar y paralelizar las fibras.

La longitud de la fibra es fundamentalmente determinada por la variedad, pero la exposición de las plantas de algodón a temperaturas extremas, deficiencias de agua o de nutrientes puede acortar la longitud. Una limpieza y/o un secado excesivos en la desmotadora pueden también resultar en longitud de fibra más corta.

Cuadro 3. Clasificación de la longitud de fibra (LEN) de algodón Upland Americano generados en La Comarca Lagunera, México.

Lectura HVI	Longitud de fibra Pulgadas	mm	Lectura HVI	Longitud de fibra Pulgadas	mm
< 0.80	<13/16	<20.1	1.11-1.13	1 1/8	28.2-28.7
0.80-0.85	13/16	20.3-21.6	1.14-1.17	1 5/32	29.0-29.7
0.86-0.89	7/8	21.8-22.6	1.18-1.20	1 3/16	30.0-30.5
0.90-0.92	29/32	22.9-23.4	1.21-1.23	1 7/32	30.7-31.2
0.93-0.95	15/16	23.6-24.1	1.24-1.26	1 1/4	31.5-32.0
0.96-0.98	31/32	24.4-24.9	1.27-1.29	1 9/32	32.3-32.8
0.99-1.01	1	25.2-25.7	1.30-1.32	1 5/16	33.0-33.5
1.02-1.04	1 1/32	25.9-26.4	1.33-1.35	1 11/32	33.8-34.3
1.05-1.07	1 1/16	26.7-27.2	>1.35	> 1 3/8	> 34.5
1.08-1.10	1 3/32	27.4-27.9			

La longitud de la fibra afecta a la resistencia del hilado, la regularidad del hilado y la eficiencia del proceso de hilatura. La finura del hilado que puede ser exitosamente producido a partir de determinadas fibras es también influenciada por la longitud de la fibra.

### Resistencia de la fibra

Las mediciones de resistencia son informadas en términos de gramos por tex. Una unidad tex es igual al peso en gramos de 1000 metros de fibra. Por lo tanto, la resistencia informada es la fuerza en gramos requerida para romper una cinta de fibra de un tex de tamaño (Cuadro 4).

Cuadro 4. Clasificación de resistencia (STR) para muestras de algodón de la Comarca Lagunera.

Resistencia g/tex	
Clase	Valor
Débil	<23
Intermedio	24 - 25
Promedio	26 - 28
Resistente	29 - 30
Muy resistente	>31

Las mediciones de resistencia son hechas sobre las mismas barbas de algodón que son usadas para la medición de longitud de fibra. La barba es apretada en dos juegos de grampas, separadas un octavo de pulgada y es determinada la cantidad de fuerza requerida para romper las fibras. La resistencia de fibra es fundamentalmente determinada por la variedad. Sin embargo, puede ser afectada por deficiencia de nutrientes en la planta y exposición a la intemperie.

### **Finura (Micronaire)**

Se relaciona con la finura y madurez de la fibra y se expresa como la medida de tales cualidades hecha con instrumentos probadores de flujo en términos de micronaire bajo procedimientos establecidos. Un instrumento de corriente de aire es usado para medir la permeabilidad del aire de una masa constante de fibras de algodón comprimidas a un volumen fijado. En algodón Upland estas lecturas están en el rango de 2.4 a 6.0. Cerca del 75% del algodón tiene lecturas en el rango de 3.5 a 4.9. Los estándares son adquiridos y aplicados por más de 500 laboratorios en el mundo, y cerca de 250 laboratorios participan en el muestreo semi anual.

La finura de la fibra se refiere al mayor o menor diámetro de la fibra o también al peso de la misma, esta característica se encuentra asociada en forma estrecha con la madurez de la fibra e influye en su resistencia, las fibras finas se usan para fabricar los productos de mejor calidad y por tanto, alcanzan mayor valor, especialmente cuando se consideran de manera conjunta longitud, resistencia y finura (Hernández, 1997).

### **Índice de uniformidad de la fibra**

La uniformidad es una relación entre la longitud media en la mitad superior de las fibras y es expresada como un porcentaje. El algodón con un bajo índice de uniformidad probablemente tiene un alto porcentaje de fibras cortas. Un índice de uniformidad baja (77-80) muestra que puede existir un alto contenido de fibras cortas y por lo tanto baja la calidad del producto para uso textil (Cuadro 5).

Cuadro 5. Clasificación del índice de uniformidad (UNF) para muestras de algodón de la Comarca Lagunera.

<b>INDICE DE UNIFORMIDAD (UNF)</b>	
<b>CLASE</b>	<b>VALOR</b>
<b>MUY BAJA</b>	<b>&lt; 77</b>
<b>BAJA</b>	<b>77-80</b>
<b>MEDIA</b>	<b>81-84</b>
<b>ALTA</b>	<b>85-87</b>
<b>MUY ALTA</b>	<b>&gt;87</b>

## Otras características

**Color:** está determinado por el grado de reflectancia (Rd) y amarillez (+b). La reflectancia indica cuanto brillo o apagamiento tiene una muestra y la amarillez indica el grado de pigmentación de color. Es usado un código de color de tres dígitos. El color de las fibras de algodón puede ser afectado por lluvias, heladas, insectos y hongos, y por manchado a través del contacto con el suelo, pastos, u hojas de la planta de algodón.

**Grado de color:** describe el color de la fibra de algodón. Hay un estándar para 25 grados de color del algodón y 5 categorías de "bajo grado de color". Quince de estos grados están representados en forma física que representan el rango completo en cada estándar, el resto y las 5 categorías de bajo grado son descritas basadas en el color físico de los grados estándares.

**Grado de hoja:** Describe el contenido de hoja o basura en el algodón. Hay siete grados (A1 al A7) y todos están representados por estándares físicos. La descripción del grado más bajo (A8) también se agrega.

**Basura:** Su determinación se hace con el equipo de video del HVI, que determina el porcentaje de área y cuenta las partículas de basura en el área de muestra. Puede ser cualquier sustancia en el algodón que no sea fibra u hoja, ejemplos de ello son corteza, pasto, fragmentos de semilla o polvo. El tipo de basura y una indicación de la cantidad (liviana o pesada), son señaladas por el clasificador en el documento de clasificación.

## **2.7 Características de las Algas marinas**

Muchas personas creen que las algas, por ser tan pequeñas y confusas son de poca importancia; sin embargo, la realidad es todo lo contrario, dado que la mayoría del material vegetal sobre la tierra lo constituyen las algas, las cuales llevan a cabo una gran parte de la fotosíntesis total. Se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza, la mayoría de las algas viven en los lagos, ríos y océanos, y también se les encuentra en abundancia en la capa superficial de los suelos húmedos y aun en los desiertos (Cronquist, 1977).

Las algas varían en tamaño desde células individuales hasta las grandes algas marinas que crecen más de 50 metros. Algunos tipos de algas son muy notorias, pues forman natas verdes en los depósitos de agua, contribuyen a formar la capa resbalosa de las piedras que están al margen de los arroyos. Son los primeros organismos en colonizar a las rocas desnudas, ayudando a la formación de un suelo adecuado para el desarrollo de las plantas superiores. Las algas son utilizadas por el hombre de muchas maneras, para la obtención del agar, como alimento para el hombre, se ha aplicado también como fertilizantes en suelos agrícolas (Warlther, 1982 y Marshall, 1987).

### **2.7.1 Clasificación**

Para la elaboración de la clasificación de algas los científicos se basan en las siguientes características:

- a) Pigmentos: su composición química.
- b) Productos alimenticios de reserva: su química.
- c) Flagelos (si presenta): su número y morfología
- d) Paredes celulares: su química y características físicas.
- e) Organización celular.
- f) Historia biológica (la serie completa de cambios en un organismo) y reproducción.

### **2.7.2 Reproducción**

Las algas se reproducen sexual y asexualmente. La reproducción sexual en las algas como en las plantas superiores implica la producción de gametos. El gameto es una célula especializada que genera un individuo nuevo después de haberse fusionado con otro gameto. En las algas hay dos tipos de reproducción sexual: la isogamia y la oogamia. En la isogamia, los gametos son aproximadamente del mismo tamaño y con frecuencia móviles. En la oogamia, los gametos son de tamaño diferente; el femenino grande e inmóvil; el espermatozoide pequeño y móvil (Cronquist, 1977).

La reproducción asexual implica la producción de esporas unicelulares, muchas esporas asexuales de las algas acuáticas poseen flagelos y son móviles, las esporas no móviles llamadas aplanospora, son los tipos terrestres de algas. Las especies de algas son: monoicas al encontrarse los gametos masculinos y femeninos en el mismo individuo y dioicas al encontrarse los gametos masculinos y femeninos en individuos diferentes, sin embargo, algunas especies están limitadas a uno u otro de estos procesos, pero muchos poseen ciclos complicados de vida que comprenden ambos tipos de reproducción (Pelczar, 1984 y Marshall, 1987).

### **2.7.3 Composición**

La composición de las algas frescas es aproximadamente:

Agua 70 - 80 %

Materia orgánica 13 - 25 %

Nitrógeno 0.3 - 1.0 %

Potasio 0.8 - 1.8 %

Fósforo 0.002 - 0.17 %

#### **2.7.4 Usos de las algas**

Las algas este grupo de organismos con cuyos productos se tiene contacto cotidiano, su importancia es positiva creciente para el hombre en la actualidad. Los usos incluyen desde el consumo como alimentación hasta la obtención de compuestos para la industria.

Una práctica común en las poblaciones costeras es la de utilizar algas marinas como fertilizantes y acondicionadores de suelos: también son utilizadas como forrajes o complemento a la alimentación del ganado. Algunas algas crecen en suelos inundados tienen la capacidad de recuperar suelos salinos y calcáreos para la agricultura, aumentando su fertilidad y utilizando las sales excedentes; son capaces de aumentar la proporción de nitrógeno asimilable para los cultivos (González, 1987).

Global Organics (2007), opina que cuando el proceso para la elaboración de los derivados de algas marinas es el adecuado, los microorganismos que con ellas viven asociados, permanecen en estado viable y se propagan donde se aplican, incrementando las cantidades de los elementos y de las sustancias que contienen, potenciando su acción. Las proteínas (enzimas) que tanto las algas marinas como los microorganismos que las acompañan sintetizan y emiten (exoenzimas), cuyas acciones, tanto en el suelo como en la planta, son interesantes.

#### **2.7.5 Productos elaborados a base de Algas Marinas**

El número de especies de algas marinas que se encuentran ahora en el mercado es considerable y pertenecen a los géneros: *Macrocystis*, *Ecklonia*, *Sargassum*, *Durvillia*, *Porphyra*, *Fucus* y *Ascophyllum*. La mayoría de las algas marinas usadas como fertilizante y como agentes condicionantes del suelo corresponden a especies de algas pardas. Entre todas las algas marinas y los extractos que se encuentran en el mercado, *Ascophyllum nodosum* es la especie más investigada con fines agrícolas, ya que se ha demostrado que los

extractos de está son los más activos biológicamente de todos los productos algicos comerciales, siendo también la más utilizada en Europa y en el Norte de América (Bluden, 1991).

El tratamiento de los cultivos agrícolas con algas ha crecido en popularidad, por lo que se presenta la tendencia a desarrollar un gran número de productos de algas procesadas; los cuales, se dividen en tres grupos: harina que se aplica al suelo en grandes volúmenes o mezclada con el suelo del sustrato en plantas de invernadero; extractos líquidos o en polvo y concentrados, que se usan para sumergir las raíces; en el suelo para mejorar la retención de humedad y, como fertilizantes foliares (Booth 1969; Senn 1987; Metting *et al.*, 1988).

La harina de algas aplicada al suelo, tiene dos funciones principales: como fertilizante, promueve el crecimiento de las plantas a través de la liberación gradual de los nutrientes minerales y, como acondicionador del suelo, mejora la aireación y la estabilidad de los agregados. Generalmente las algas no procesadas tienen tanto nitrógeno como el estiércol, menos fósforo, pero más potasio, sales y micronutrientes en disposición inmediata (Senn y Kingman 1978).

Los extractos líquidos son elaborados con algunos procesos que incluyen: algas maceradas y agitadas en agua caliente, hidrólisis ácida o alcalina con o sin vapor y, la técnica de estallar por presión; en este último método, el líquido concentrado es producido sin recurrir a compuestos químicos o tratamiento por calor; el material es sujeto a un rápido cambio en presión que rompe los componentes estructurales de la célula, permite la liberación de prácticamente todos los componentes intracelulares, incluyendo los reguladores de crecimiento (Senn 1987).

La harina y los extractos líquidos son hechos de la misma clase de algas, por lo que tienen ciertas cualidades comunes, por ejemplo ambos proveen cuando menos, trazas de muchos elementos minerales. Desde 1996 el uso de concentrados de algas como fertilizantes foliares, tratamiento de semillas y tratamiento de raíces por inmersión, se ha incrementado mucho más rápidamente que el uso de la harina de algas aplicada al suelo, lo cual se puede atribuir a que es mucho más fácil su transporte y almacenamiento, ya que la eficiencia biológica de sus componentes están más disponibles cuando son aplicados directamente que cuando son aplicados e incorporados al suelo, como es el caso de la harina de algas (Canales 1997).

Se ha sugerido que elementos traza son probablemente constituyentes activos, pero Blunden y Gordon, citados por Canales (1997), mencionan que la cantidad de las sustancias forman una porción insignificante en el total de los requerimientos del cultivo. La presencia de hormonas vegetales (sustancias naturalmente promotoras del crecimiento) ha sido demostrada en los extractos de algas disponibles comercialmente los cuales tienen alto contenido de sustancias con actividad semejante a las citoquininas.

La mayoría de los productos obtenidos de las algas marinas se aplican como suplementos de los nutrientes minerales en programas integrados de nutrición de cultivos, también se usan para producir efectos benéficos atribuidos a la presencia de hormonas naturales y otros compuestos que influyen en el crecimiento de las plantas.

Las algas tienen mejores propiedades que los fertilizantes de granja porque liberan más lentamente el nitrógeno, son ricas en micro elementos y no traen semillas de malezas (Boraso, *et al.*, 2005).

## 2.7.6 Efecto de las Algas Marinas en el Suelo

El suelo está compuesto de minerales, aire, agua, materia orgánica y organismos vivos en una mezcla dinámica.

Ecológicamente el suelo está compuesto de una porción dominada por raíces y otra dominada por minerales. Las microalgas habitan la parte especial mineral caracterizada por que recibe la luz del sol. Células individuales y microcolonias de algas son encontradas en discretos microhábitat, cuyas calidades cambian constantemente como la suma total instantánea de muchos factores a saber: potencial del agua, temperatura, irradiación, sustratos carbonáceos y factores de crecimiento, fuerza iónica y composición de la solución del suelo, pH, potencial Redox, gases del suelo, composición mineral, capacidad de intercambio catiónico, distribución de la granulometría, área de la superficie y propiedades de agregación de las partículas, todas interactúan con otros organismos para influenciar en el metabolismo y dinámica de población de las algas en el suelo (Metting, 1985).

Garry (2001), en el cultivo de algodón por compactación del suelo, ha detectado pérdidas del 20 al 50% y, en cereales, hasta un 50%. Se presentan varios trabajos donde los rendimientos de los cultivos tratados con ALGAENZIMS<sup>MR</sup>, superan a los de los testigos.

Reyes (1993), al tratar con ALGAENZIMS<sup>MR</sup> un suelo compacto arcilloso encontró que la porosidad se incrementó de 10% a 50%, y la textura del suelo cambió, en 9 meses que duró el experimento, en cuanto a porcentaje (medió) de: arcilla, limo y arena, de 55.8, 25.4, 18.8 %(testigo) a, 45.5, 37.0, 17.5 %(tratado).

Munguía (2002), reporta que al tratar un suelo arcilloso con ALGAENZIMS<sup>MR</sup> en cultivos en rotación de trigo y maíz con cobertura de residuos y cero labranza, se observó un decremento en la compactación de suelo en un 59%.

Villarreal (2003), al tratar un suelo con ALGAENZIMS<sup>MR</sup> y microorganismos marinos en el mismo experimento, aisló fijadores de nitrógeno del aire, mohos y levaduras, halófilos y gérmenes aeróbicos mesofílicos, en los 5 tratamientos, reporta que, en 4 meses que duró el experimento, se dió un cambio de textura en cuanto a porciento (media) de arcilla, limo y arena de: 4.9, 2.4, 92.7 (testigo) a 12.9, 6.3, 80.8 (tratado).

## **2.8 ALGAENZIMS<sup>MR</sup>**

Es un producto biológico a base de macro algas marinas y un complejo de microorganismos que en forma natural con ellas viven asociados, especialmente las micro algas cianofitas y microorganismos halófilos.

Contiene en forma natural, todos los elementos mayores, secundarios, menores y traza que ocurren en las plantas, reguladores de crecimiento naturales (auxinas, citocininas, giberelinas, algunos, eventualmente, en más de 1000 ppm), agentes quelantes, carbohidratos, vitaminas, aminoácidos, proteínas (complejos enzimáticos). La importancia del complejo de elementos que contiene es que actúan como cofactores de las acciones de las enzimas que las algas aportan. Acciones enzimáticas y hormonales; mismas que se potencian al propagarse los microorganismos de referencia, pues están vivos. Las cianofitas, fijan el nitrógeno del aire aun en las no leguminosas y los halófilos propician la desalinización.

### **2.8.1 Compatibilidad**

No aplicarlo junto con productos que contengan cobre o formaldehído o con soluciones o diluciones arriba de 5% de concentración en agua o, cuya acidez quede fuera de pH 4.5 a pH 9. Para ácidos aplicados en el riego, que el agua llegue al suelo a pH 5 o más. Después de aplicar ALGAENZIMS<sup>MR</sup> al suelo, no aplicarle ácidos directamente. Hacer pruebas previas para mezclarse con productos que contengan reguladores de crecimiento de las plantas.

### **2.8.2 Propiedades**

Mejorador de suelos: Rehabilitación de suelos, equilibrio textural, mejor estructura, más porosidad (descompacta suelos compactos), da cuerpo a los suelos livianos, ajusta el pH, desaliniza, desodifica, desmineraliza y desbloquea (moviliza los fertilizantes acumulados), desintoxica, propicia más materia orgánica y más vida microbiana; hace más eficiente el agua de riego, los fertilizantes y los agroquímicos; existe menos lixiviación; más disponibilidad y toma de nutrimentos (Global Organics, 2007).

En agricultura orgánica: ALGAENZIMS<sup>MR</sup> es excelente ya que pone disponibles muchos materiales de poca solubilidad que se aplican y acumulan como fertilizantes edáficos, yeso, roca fosfórica, fuentes de potasio poco solubles y abonos de aboneras fermentadas. Los microorganismos marinos llegan con facilidad a sitios con mucho material para solubilizar y descomponer.

Plantas más vigorosas: Mejor germinación, más emergencia, menos estrés al trasplante, más población, dá resistencia a heladas, sequías, a altas temperaturas, a plagas y enfermedades; produce más raíces, más biomasa, más amarre de frutos; más calidad; más vida en anaquel.

## **2.9 FRUTOENZIMS<sup>MR</sup>**

Es un regulador de crecimiento natural de aplicación foliar, elaborado con extractos de algas marinas, plantas desérticas, N, P, K, Ca, Mg, S, B y Mo, con un refuerzo de citoquininas, que en conjunto incrementa el tamaño homogéneo de los frutos, dando así, como resultado el aumento en la calidad de la fruta con altos rendimientos y mayor vida de anaquel.

Apoya al desarrollo del fruto y de la semilla, el primer estadio en el desarrollo del fruto y de la semilla es una rápida división celular sin mucho alargamiento. El factor principal son las citocininas, después de la división celular viene una fase de crecimiento principal proporcionado por el alargamiento celular, en cual intervine principalmente las auxinas y las giberelinas, asiendo así de Frutoenzims un producto excelente y balanceado con elementos nutricionales esenciales y sustancias promotoras de crecimiento que estimula e incrementa la división y alargamiento celular de los frutos, aumentando así, la calidad y los rendimientos de sus cosechas.

### **2.9.1 Composición**

Análisis garantizado: Auxinas totales, 581 ppm. Giberelinas totales, 184 ppm. Citocininas totales, 2500 ppm. Ácidos fúlvicos, 0.971%. Nitrógeno (N<sub>2</sub>), 4.00%. Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 2.00%. Potasio (K<sub>2</sub>O), 9.24%. Calcio (Ca), 0.30%. Magnesio (Mg), 0.06%. Boro (B), 0.30%. Molibdeno (Mo), 0.34%.

### **2.9.1 Compatibilidad**

Es compatible con la mayoría de los agroquímicos de uso común, no mezclar con productos de fuerte reacción alcalina. Es siempre recomendable hacer una prueba de compatibilidad en pequeño, antes de mezclar con otros productos.

## **2.10 CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>**

Es un regulador de crecimiento de aplicación foliar, diseñado para mejorar y fortalecer en condiciones normales el desarrollo del cultivo. Los procesos de fecundación y el amarre de las flores de frutos, es muy eficaz cuando las temperaturas se vuelven extremas (fuera del rango normal para el desarrollo), las cuales afectan drásticamente los rendimientos. Reduce la caída de flores y frutos. Las auxinas, giberelinas y las citoquininas provenientes de las algas marinas y extractos de plantas desérticas, junto con los elementos integrados, promueven el amarre de más flores y frutos, manteniendo a los compuestos inhibidores de crecimiento como el ácido abscísico y el etileno en niveles bajos, además, fortalece la actividad enzimática, el ahorro de energía y la síntesis de proteínas, aun cuando las temperatura sean extremas.

### **2.10.1 Composición**

Análisis garantizado: Auxinas totales, 671ppm. Giberelinas totales, 216ppm. Citoquininas totales, 320ppm. Ácidos fúlvicos, 1.972%. Nitrógeno (N<sub>2</sub>), 3.60%. Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 1.20%. Potasio (K<sub>2</sub> O), 7.50%. Calcio (Ca), 1.50%. Magnesio (Mg), 0.80%. Boro (B), 0.30%. Molibdeno (Mo), 0.50%.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización geográfica del sitio experimental**

El presente trabajo de investigación se realizó durante el ciclo agrícola Primavera-Verano (2011), en la parcela número 5 de “Unificación Nueva Laguna” de Algodoneros en San Pedro de las Colonias, Coahuila; con coordenadas geográficas 25° 45´ de Latitud Norte, 102° 59´ de Longitud Oeste y una altura de 1090 msnm.

La investigación se hizo conjuntamente en el Laboratorio de fibras de algodón del Campo Experimental La Laguna del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en Matamoros, Coahuila, México (25°32´N, 103°14´O, 1150 msnm); en el mes de Octubre del 2011 para determinar las características de calidad de fibra.

#### **3.2 Material vegetativo**

Se utilizó la semilla comercial DELTAPHINE 0935 B2RF, es una variedad de algodón con una madurez media, planta resistente a tormentas, altura media de 0.9 a 0.95 m, hoja lisa, tamaño medio de la semilla, variedad menos atractiva para insectos nectariles, con una Longitud de Fibra (LEN) de 1 3/32 de pulgada, Micronaire (MIC) de 4.2, Resistencia (STR) de 27.4 g/tex y con un Índice de Uniformidad (UNF) del 81.6 %.

### 3.3 Material y equipo utilizados

#### Material:

- ~ Cinta métrica
- ~ Vernier
- ~ Bolsas de papel

#### Equipo:

- ~ Medidor de clorofila Minolta Spad 502
- ~ Balanza analítica
- ~ Bomba de mochila manual
- ~ Estufa de secado
- ~ Instrumento USTER® 1000 de alto volumen (HVI) para determinar la calidad de fibra de algodón

#### Sustancias:

Extractos de algas marinas:

- ~ ALGAENZIMS<sup>MR</sup>
- ~ FRUTOENZIMS<sup>MR</sup>
- ~ CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>

### 3.4 Descripción de los tratamientos

En el Cuadro 6 se describen los cinco tratamientos así como las aplicaciones realizadas en el cultivo de algodón durante el ciclo primavera-verano en el año 2011.

Cuadro 6. Descripción de los tratamientos y aplicaciones realizadas en el cultivo de algodón.

TRATAMIENTO 1	TESTIGO (SIN APLICACIÓN)			
	PRODUCTO	1a. aplicación (Suelo)	1a. aplicación (foliar)	2da. aplicación (foliar)
TRATAMIENTO 2	ALGAENZIMS	(1 lt.ha <sup>-1</sup> ) a la base de la planta.	(0.5 lt.ha <sup>-1</sup> ) 45 días después de la siembra	(0.5 lt.ha <sup>-1</sup> ) al inicio de la floración
TRATAMIENTO 3	FRUTOENZIMS			(1 lt.ha <sup>-1</sup> ) al inicio de la floración
	CUAJAENZIMS			(1 lt.ha <sup>-1</sup> ) al inicio de la floración
TRATAMIENTO 4	ALGAENZIMS			(0.5 lt.ha <sup>-1</sup> ) al inicio de la floración
	FRUTOENZIMS			(1 lt.ha <sup>-1</sup> ) al inicio de la floración
	CUAJAENZIMS			(1 lt.ha <sup>-1</sup> ) al inicio de la floración
TRATAMIENTO 5	ALGAENZIMS	(1 lt.ha <sup>-1</sup> ) a la base de la planta.	(0.5 lt.ha <sup>-1</sup> ) 45 días después de la siembra	(0.5 lt.ha <sup>-1</sup> ) al inicio de la floración
	FRUTOENZIMS			(1 lt.ha <sup>-1</sup> ) al inicio de la floración
	CUAJAENZIMS			(1 lt.ha <sup>-1</sup> ) al inicio de la floración

### 3.5 Diseño experimental

Los cinco tratamientos se establecieron bajo un diseño completamente al azar con 5 repeticiones, lo que originó 25 unidades experimentales. El arreglo fue en parcelas apareadas en franjas, donde cada una representaba un tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Los análisis de varianza se realizaron con el paquete estadístico SAS versión 9.0 con comparación de medias mediante la prueba Tukey al 0.05 de grado de significancia.

### 3.6 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, t = \text{tratamientos}$

$j = 1, 2, 3, \dots, r = \text{repeticiones}$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

$\mu$  = Media general

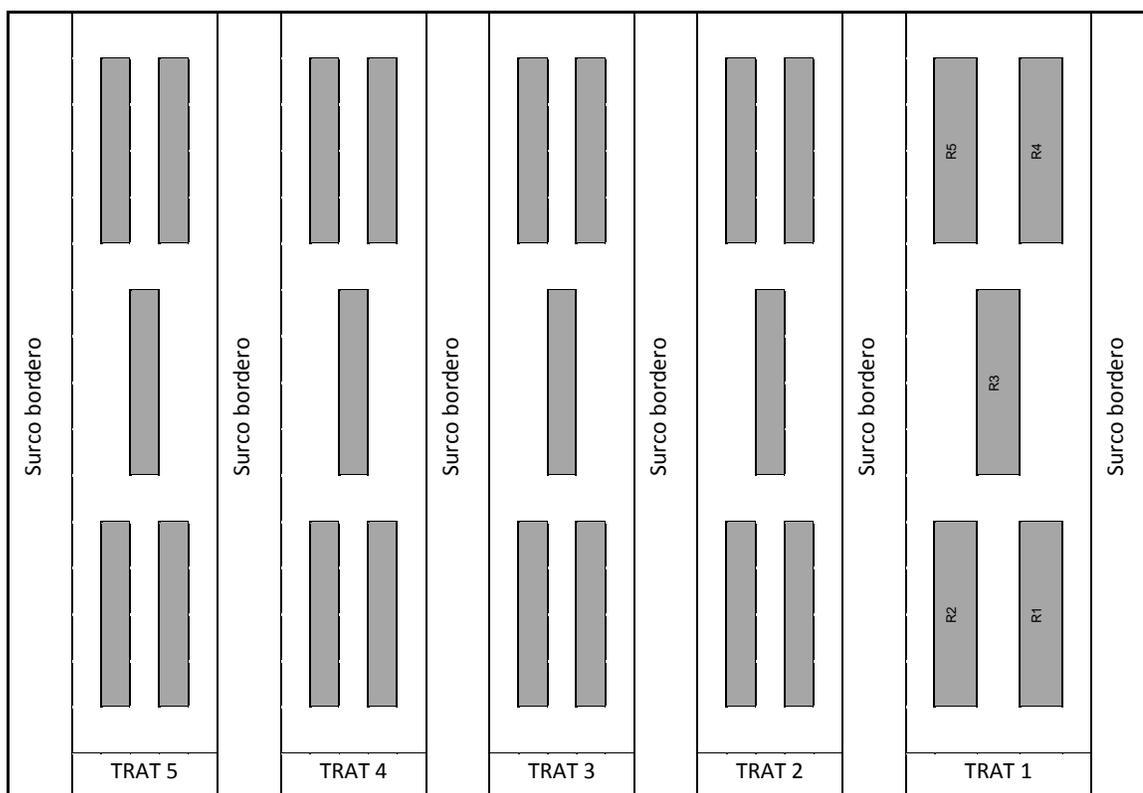
$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental

### 3.7 Tamaño de la parcela experimental

La superficie total donde se estableció el experimento fue de 8400 m<sup>2</sup>, cada tratamiento consistió de 5 surcos de 300 m de longitud formando un área de 1200 m<sup>2</sup> con un distanciamiento de 1.6 metros entre tratamiento (surco bordero). El croquis se presenta en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Croquis de la parcela experimental.



### 3.8 Trabajos de campo

#### 3.8.1 Preparación del terreno

Se realizaron prácticas laborales de acuerdo al paquete agronómico del productor: barbecho, paso de rastra, nivelación y el trazo de bordos para el riego por gravedad.

#### 3.8.2 Fertilización

La dosis de fertilización fue de 120-50-00 por hectárea, la cual se aplicó al momento de la siembra. Las fuentes utilizadas fueron Urea (46-00-00), Sulfato de Amonio (20.5-00-00-24) y MAP (11-52-00).

### **3.8.3 Siembra**

La siembra se realizó el día 30 de marzo de forma mecánica cuando el terreno estaba a capacidad de campo, a una distancia entre surcos de 0.8 m, con una densidad de población de 62,500 plantas por hectárea.

### **3.8.4 Riego**

Se aplicaron 3 riegos de auxilio por gravedad (aniego) a los 60, 80 y 105 días después de la siembra.

### **3.8.5 Aplicación de productos bajo estudio**

Se realizaron las aplicaciones de acuerdo a la siguiente metodología: para los tratamientos 2 y 5 se hicieron aplicaciones foliares y al suelo y en los tratamientos 3 y 4 únicamente aplicaciones foliares, las dosis fueron de acuerdo al protocolo del experimento (Cuadro 6). La primera aplicación se realizó el día 18 de Mayo y la segunda el día 17 de Junio del 2011.

## **3.9 Variables fenológicas**

Se realizaron tres tomas de datos para las variables altura de planta y diámetro de tallo, a los 79, 93 y 128 días después de la siembra y para las variables número de bellotas y número de flores la toma de datos fue a los 93 y 128 días después de la siembra; la metodología fue de la siguiente forma: dentro de la parcela experimental de cada tratamiento se midieron 3 m lineales para cada repetición, en los cuales se procedió a realizar las mediciones en 10 plantas tomadas al azar.

### **3.9.1 Altura de planta**

La altura se registró con una cinta métrica, la medición fue hecha desde el nudo cotiledonal hasta la parte apical de la planta reportando la lectura en centímetros.

### **3.9.2 Diámetro de tallo**

Se utilizó un vernier digital en las tres tomas de datos, la medición se realizó en el nudo cotiledonal de la planta y las unidades se registraron en milímetros.

### **3.9.3 Número de bellotas**

Se contaron todas las bellotas de cada planta seleccionada en las dos tomas de datos.

### **3.9.4 Número de flores**

Se registraron desde botones florales hasta flores completamente abiertas en las plantas seleccionadas de cada repetición en los dos conteos realizados.

### **3.10 Contenido de clorofila**

La medición de esta variable se realizó con el equipo SPAD de la marca KONICA MINOLTA modelo 502-plus, las lecturas se tomaron en la quinta hoja bien desarrollada. Por cada repetición se tomaron tres lecturas y posteriormente se obtuvo una media, la medición se realizó a los 128 días después de la siembra. Los datos se reportaron en unidades SPAD.

### **3.11 Rendimiento**

La variable se compone de dos parámetros: rendimiento algodón hueso y rendimiento algodón pluma. La metodología seguida para determinar las lecturas fue: realizar la cosecha de 3 metros lineales para cada repetición en tres de cinco surcos de la parcela experimental. La fecha de cosecha fue el día 13 de septiembre de 2011.

#### **Rendimiento algodón hueso**

Se obtuvo el peso total de la fibra con semilla por repetición en cada tratamiento, después se calculó el peso de fibra por planta para posteriormente extrapolarlo a  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  con base a la densidad de población de 62,500 plantas por hectárea.

#### **Rendimiento algodón pluma**

El cálculo para determinar el peso neto de algodón pluma para cada tratamiento se hizo de acuerdo al porcentaje de fibra que se obtuvo en los parámetros de componentes de rendimiento y el rendimiento de algodón hueso.

### **3.12 Componentes de rendimiento**

La variable comprende cuatro parámetros: capullos por planta, peso de capullo, porcentaje de fibra e índice de semilla. La metodología para determinar los valores de los parámetros de peso de capullo, porcentaje de fibra e índice de semilla consistió en coleccionar 15 capullos por repetición en los cinco tratamientos evaluados, enviar al C.E.LALA-INIFAP para hacer el despepito y hacer la relación para cada uno de ellos y obtener los datos necesarios para el estudio.

#### **Capullos por planta**

El conteo total de capullos por planta se realizó en los tres metros lineales cosechados por cada repetición en los cinco tratamientos evaluados.

#### **Peso de capullo**

El peso unitario se determinó a partir del peso promedio de los 15 capullos coleccionados, este dato fue la media útil para el análisis estadístico y fue reportado en gramos.

#### **Porcentaje de fibra**

Se obtuvo de la relación del peso total de fibra más semilla de los 15 capullos coleccionados con el peso neto de fibra.

#### **Índice de semilla**

Se obtuvo a partir del peso de 100 semillas obtenidas al momento del despepito de 15 capullos coleccionados.

### **3.13 Contenido de materia seca**

Los datos de materia seca se generaron a partir del peso total de las plantas cosechadas en tres metros lineales. El peso se reportó en gramos para cada repetición en los cinco tratamientos evaluados.

### **3.14 Número de nudos**

La lectura para esta variable consistió en hacer el conteo de los nudos de cada planta cosechada en cada repetición del trabajo de investigación.

### **3.15 Variables para evaluar la calidad de fibra de algodón**

La calidad de fibra de algodón se evaluó en base a la: longitud de fibra (LEN), resistencia de la fibra (STR), finura (MIC), índice de uniformidad (UNF) e índice de madurez (MAT), se envió una muestra de 500g de algodón hueso por repetición de cada tratamiento al laboratorio de Fibras de Algodón del C.E.LALA del INIFAP, ubicado en Matamoros, Coahuila, para ser analizadas en el instrumento de alto volumen (HVI) calibrado y regido por la clasificación de algodón UPLAND de E.U. para las principales características de calidad de fibra y requerimientos para la industria textil del algodón.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el siguiente cuadro se presenta los cuadrados medios y la significancia de los análisis de varianza para las variables fenológicas y contenido de clorofila de la evaluación de los 5 tratamientos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Cuadrados medios y grado de significancia de las variables fenológicas y contenido de clorofila para los 5 tratamientos evaluados.

FV	GL	ALT	ALT2	ALT3	DIAM	DIAM2	DIAM3	NBELL	NBELL2	NFLO	NFLO2	SPAD
TRAT	4	114.01**	319.90**	168.84**	0.93	2.49	3.15	63.36**	197.94*	133.30*	7.50*	54.54**
ERROR	20	10.24	11.52	25.18	0.44	1.25	2.47	5.38	61.64	31.24	1.9	8.22
C.V.		5.20	4.11	4.92	6.91	9.36	11.34	26.59	39.73	21.49	62.65	6.26
MEDIA		61.46	82.40	101.96	9.64	11.94	13.87	8.72	19.76	26.00	2.20	45.76

GL. Grados de libertad; ALT, ALT2 y ALT3: altura de planta del 1ro, 2do y 3er muestreo respectivamente; DIAM, DIAM2 y DIAM3: Diámetro de tallo del 1ro, 2do y 3er muestreo respectivamente; NBELL y NBELL2: Número de bellotas del 1ro y 2do muestreo; NFLO y NFLO2: Número de flores del 1ro y 2do muestreo; C.V. Coeficiente de variación, \*diferencias significativas, \*\* diferencias altamente significativas.

### 4.1 Variables fenológicas

#### 4.1.1 Altura de planta

De acuerdo al resultado del análisis estadístico (Cuadro 8) se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, en los tres muestreos para la variable altura de planta.

En el Cuadro 9 correspondiente a comparación de medias para altura de planta se observa que los mejores tratamientos fueron el 3 y 2 en el primer muestreo, sin embargo numéricamente el 3 (aplicación foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de

FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> + 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) tuvo un incremento de 5.3 cm (8.5%), con respecto al testigo (sin aplicación); seguido por el tratamiento 2 (1 lt.ha<sup>-1</sup> suelo + 1 lt.ha<sup>-1</sup> foliar de ALGAENZIMS<sup>MR</sup>) con un incremento de 3.3 cm (5.3%) con respecto al testigo; los tratamientos 4 y 5 se vieron afectados en su desarrollo con un decremento del 8.7% y 7.9% respectivamente, con respecto al testigo.

En el segundo muestreo al igual que en el primero los mejores tratamientos fueron el 3 y 2 con un incremento de 16.4 cm (21.6%) y 14.6 cm (19.3%) con respecto al testigo.

En el tercer muestreo fue mejor el tratamiento 3 (aplicación foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> + 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) con un incremento de 15.6 cm (16.3%), seguido por el tratamiento 5 (1lt.ha<sup>-1</sup> suelo + 1 lt.ha<sup>-1</sup> foliar de ALGAENZIMS<sup>MR</sup> + aplicación foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> en mezcla con 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) con un incremento de 7.5 cm (7.2%) con respecto al testigo que mostró una altura media de 95.6 cm.

Tabla 1Cuadro 9. Comparación de medias para la variable altura de planta en cm, en tres fechas de muestreo.

Tratamiento	Medias M1	Medias M2	Medias M3
1	61.8 AB	75.6 B	95.6 B
2	65.1 A	90.2 A	101.0 B
3	67.1 A	92.0 A	111.2 A
4	56.4 B	77.6 B	99.2 B
5	56.9 B	76.6 B	102.8 AB

Medias con la misma letra en columna son estadísticamente iguales, Tukey (P< 0.05).

### 4.1.2 Diámetro de Tallo

Para esta variable de acuerdo al resultado de análisis de varianza y la prueba de comparación de medias (Tukey 0.05) no se encontró diferencias significativas entre los 5 tratamientos de los tres muestreos realizados.

En la Figura 4 se puede notar un incremento en el tratamiento 3 (aplicación foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> + 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) en el tercer muestreo, con 1.9 mm superior al testigo.

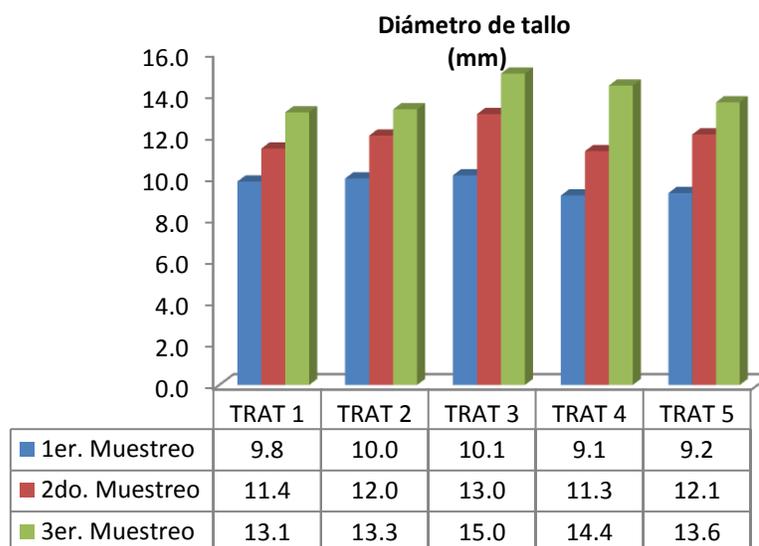


Figura 4. Diámetro de tallo en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1).

### 4.1.3 Número de bellotas

De acuerdo al análisis estadístico (Cuadro 8) se pueden observar diferencias altamente significativas entre tratamientos en el primer muestreo y diferencia significativa en el segundo muestreo para la variable número de bellotas.

En la comparación de medias (Cuadro 10) se observa que estadísticamente fue mejor en el primer muestreo el tratamiento 3 (aplicación foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> + 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) con un mayor número de bellotas incrementando 8 unidades (129%), seguido por el tratamiento 2 (1 lt.ha<sup>-1</sup> suelo + 1 lt.ha<sup>-1</sup> foliar de ALGAENZIMS<sup>MR</sup>) con un incremento de 4.2 unidades (67.7%), con respecto al testigo que obtuvo una media de 6.2 unidades.

Para el segundo muestreo el tratamiento 3 (aplicación foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> + 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) fue mejor estadísticamente y presentó un incremento de 11.8 unidades (62.7 %), con respecto al testigo que tuvo una media de 18.8 unidades; el peor tratamiento fue el 2 (1 lt.ha<sup>-1</sup> suelo + 1 lt.ha<sup>-1</sup> foliar de ALGAENZIMS<sup>MR</sup>) con un decremento de 4.4 unidades (23.4 %) menos con respecto al testigo; así mismo, los tratamientos 4 y 5 mostraron medias por debajo del testigo.

Cuadro 10. Comparación de medias para la variable número de bellotas en dos muestreos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias M1</b>	<b>Medias M2</b>
<b>1</b>	6.2 BC	18.8 AB
<b>2</b>	10.4 AB	14.4 B
<b>3</b>	14.2 A	30.6 A
<b>4</b>	5.8 C	16.8 AB
<b>5</b>	7.0 BC	18.2 AB

Medias con la misma letra en columna son estadísticamente iguales, Tukey (P< 0.05).

#### 4.1.4 Número de flores

En el análisis estadístico (Cuadro 8) se puede observar diferencias significativas entre los cinco tratamientos, para la variable número de flores en los dos muestreos realizados en la etapa de fructificación del cultivo de algodón.

De acuerdo a la comparación de medias (Cuadro 11) en el primer muestreo fue mejor el tratamiento 3 (aplicación foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> + 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) al tener un incremento de 14.2 unidades (71.7%), seguido por el tratamiento 2 (1 lt.ha<sup>-1</sup> suelo + 1 lt.ha<sup>-1</sup> foliar de ALGAENZIMS<sup>MR</sup>) con 7 unidades (35.3 %) y el tratamiento 4 (aplicación foliar 0.5 lt.ha<sup>-1</sup> de ALGAENZIMS<sup>MR</sup> + foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> en mezcla con 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) con un incremento de 5.2 unidades (26.2%), con respecto al testigo. Así mismo, en el segundo muestreo el tratamiento 3 fue mejor estadísticamente con una media de 4.2 unidades en comparación con el testigo.

Cuadro 11. Comparación de medias para la variable número de flores en 2 muestreos.

Tratamiento	Medias M1	Medias M2
1	19.8 B	1.6 AB
2	26.8 AB	1.8 AB
3	34.0 A	4.2 A
4	25.0 AB	2.4 AB
5	24.4 AB	1.0 B

Medias con la misma letra en columna son estadísticamente iguales, Tukey (P< 0.05).

El complejo de productos elaborados a partir de extractos de algas marinas al ser utilizados en aplicaciones foliares o al suelo incrementan el buen desarrollo de la planta, incrementan el número de flores, así como el amarre de frutos que reflejan un incremento en el rendimiento.

Perdesen (1973) indica que la mayoría de las plantas responden a la aplicación de extractos de alga marinas y se cree que se debe principalmente a las citoquininas las cuales tienen una influencia en la división celular.

Amado (2006) observó que al aplicar extractos de algas marinas en el cultivo de chile mirador criollo a campo abierto, incremento la altura de planta, número de flores y amarre de frutos por planta, longitud del fruto y mayor rendimiento por hectárea.

#### 4.2 Contenido de clorofila

De acuerdo al análisis estadístico (Cuadro 8) se observa diferencia altamente significativa entre tratamientos, siendo los tratamientos 5, 2, 4 y 3 los mejores e iguales entre sí, mientras que el tratamiento 1 presentó un contenido bajo de clorofila, de acuerdo a la comparación de medias que se muestra en el Cuadro 12, según Díaz (2002) se ha establecido que entre mayor sea el contenido de N en la hoja, mas alto resulta el contenido de clorofila y, por lo tanto, aumenta la capacidad fotosintética.

Cuadro 12. Comparación de medias para la variable contenido de clorofila, en unidades SPAD.

Tratamiento	Medias Spad
1	40.0 B
2	47.6 A
3	46.4 A
4	46.6 A
5	48.2 A

Medias con la misma letra en columna son estadísticamente iguales, Tukey (P< 0.05).

El efecto general del N parece ser el incremento total de producción (fibra y semilla) al prolongar el período de fructificación. El N incrementa principalmente el tamaño del capullo. Esto se debe al incremento en el tamaño de la semilla que tiene poco o ningún efecto sobre la producción de fibra (Tucker y Tucker, 1968).

Como se puede observar en la Figura 5, el peor tratamiento fue el 1 (sin aplicación) con una media de 40 unidades SPAD, por el contrario los tratamientos 5, 2, 4 y 3 superaron al testigo al incrementar alrededor de un 16-20.5% de contenido de clorofila.

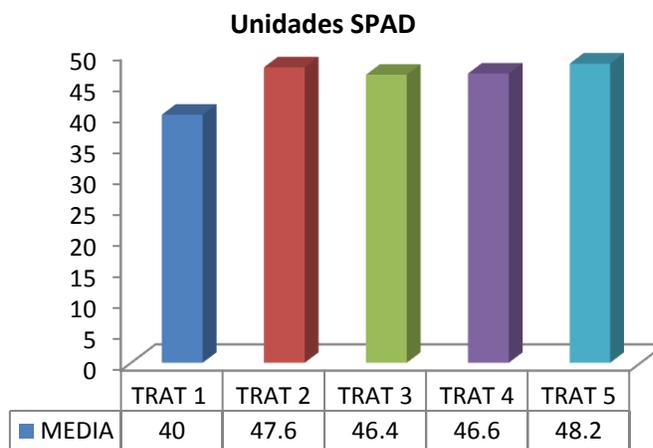


Figura 5. Contenido de clorofila en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1).

### 4.3 Rendimiento

El fruto del algodón se conoce como capullo, conformado por la semilla y las fibras (pluma) que en su cubierta se forman. El rendimiento económico del cultivo se le conoce como “algodón en hueso” que, a su vez, al separar la fibra de la semilla, da origen al rendimiento de pluma y rendimiento de semilla. La fibra constituye la materia prima para la industria textil y su valor comercial es de siete a ocho veces mayor que el de la semilla; por esta razón, en la mayoría de las publicaciones técnicas y científicas, se reporta el rendimiento pluma (Palomo *et al.*, 2001).

El Cuadro 13 se presenta los cuadrados medios y la significancia para rendimiento de algodón hueso, rendimiento algodón pluma, componentes de rendimiento, materia seca y número de nudos.

Cuadro 13. Cuadrados medios y grado de significancia de las variables de rendimiento y sus componentes, materia seca y número de nudos.

FV	GL	RAH	RAP	CAP	PCA	% FIB	ISE	MASE	NNUD
TRAT	4	60455.34 NS	8723.41 NS	10.06 NS	0.026 NS	3.89 NS	0.05 NS	40260.52 NS	8.74 **
ERROR	20	622427.27	142542.16	4.5	0.11	2.32	0.12	56046.74	1.22
C.V.		21.67	23.19	16.94	6.6	3.41	4.12	21.47	5.56
MEDIA		3640.61	1627.94	12.52	5.02	44.62	8.54	1102.29	19.84

GL. Grados de libertad; RAH. Rendimiento algodón hueso, RAP. Rendimiento algodón pluma, CAP. Capullos por planta, PCA. Peso de capullo, % FIB. Porcentaje de fibra, ISE. Índice de semilla, MASE. Materia seca, NNUD. Número de nudos, C.V. Coeficiente de variación, \*diferencias significativas, \*\*diferencias altamente significativas, NS no significativa.

## Rendimiento de algodón hueso

Como se puede observar en el análisis estadístico (Cuadro 13) esta variable no presenta diferencia estadística entre los cinco tratamientos evaluados, sin embargo, de acuerdo a la Figura 6, el tratamiento con mejor rendimiento fue el 5 (1 lt.ha<sup>-1</sup> suelo + 1 lt.ha<sup>-1</sup> foliar de ALGAENZIMS<sup>MR</sup> + aplicación foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> en mezcla con 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) con un incremento de 247.1 kg ha<sup>-1</sup>(6.9 %), seguido por el tratamiento 3 (aplicación foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> + 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) con 157.6 kg (4.4%), con respecto al testigo con una media de 3549.2 kg ha<sup>-1</sup>.

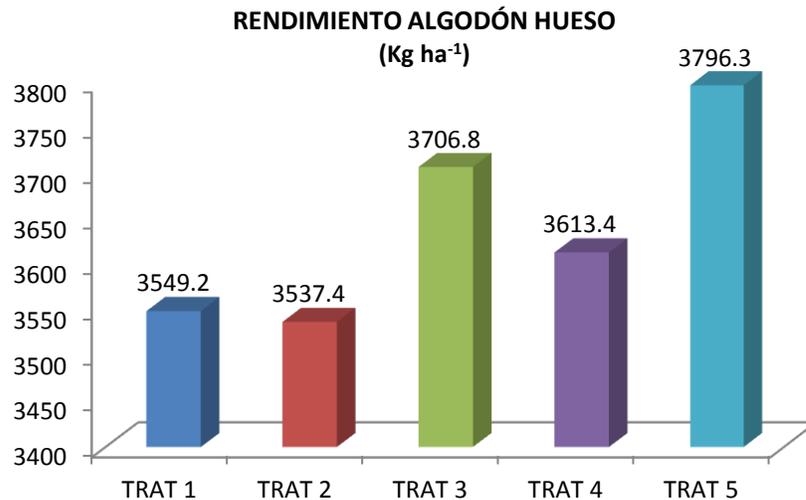


Figura 6. Rendimiento de algodón hueso (kg ha<sup>-1</sup>), para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1).

## Rendimiento de algodón pluma

Como se puede observar en el análisis estadístico (Cuadro 13) esta variable no presenta diferencia estadística entre tratamientos, pero de acuerdo a la Figura 7 se determina que el tratamiento con mejor rendimiento fue el 5 (1 lt.ha<sup>-1</sup> suelo + 1 lt.ha<sup>-1</sup> foliar de ALGAENZIMS<sup>MR</sup> + aplicación foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> en mezcla con 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) con un incremento de 2.13% con respecto al testigo; los tratamientos que mostraron un decremento en el rendimiento fueron el 2 (1 lt.ha<sup>-1</sup> suelo + 1 lt.ha<sup>-1</sup> foliar de ALGAENZIMS<sup>MR</sup>) con un 4.3 % y el 4 (aplicación foliar 0.5 lt.ha<sup>-1</sup> de ALGAENZIMS<sup>MR</sup> + foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> en mezcla con 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) con un 1.8 % por debajo del rendimiento del testigo.

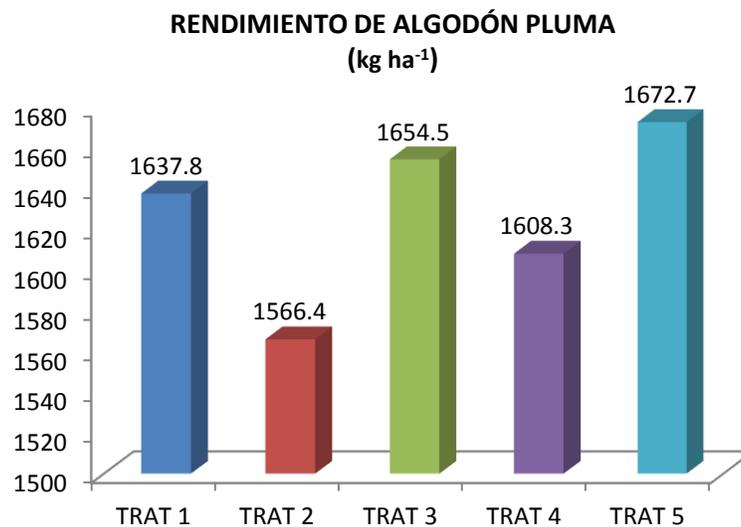


Figura 7. Rendimiento de algodón pluma (kg ha<sup>-1</sup>), para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1).

#### 4.4 Componentes de rendimiento

De acuerdo a la comparación de medias (Cuadro 14) no se observó diferencia estadística entre los cinco tratamientos, para las variables capullos por planta, peso de capullo, porciento de fibra e índice de semilla, sin embargo numéricamente se observan diferencias en cada una de las variables.

Cuadro 14. Comparación de medias para componentes de rendimiento.

Tratamiento	Capullos por planta	Peso de capullo (gr)	% de fibra	Índice de semilla
1	11.4 A	4.98 A	46.18 A	8.40 A
2	10.8 A	4.98 A	44.23 A	8.56 A
3	14.0 A	5.10 A	44.42 A	8.52 A
4	12.6 A	4.95 A	44.27 A	8.56 A
5	13.8 A	5.11 A	44.00 A	8.68 A

Medias con la misma letra en columna son estadísticamente iguales, Tukey (P< 0.05)

#### Capullos por planta

En el Cuadro 14 y la Figura 8 se observa que los mejores tratamientos para capullos por planta fueron el 3 (aplicación foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> + 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) y el 5 (1 lt.ha<sup>-1</sup> suelo + 1 lt.ha<sup>-1</sup> foliar de ALGAENZIMS<sup>MR</sup> + aplicación foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> en mezcla con 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>), y mostraron una diferencia de 2.6 y 2.4 unidades respectivamente, con respecto a la media de 11.4 unidades que corresponde al testigo; el tratamiento 2 (1 lt.ha<sup>-1</sup> suelo + 1 lt.ha<sup>-1</sup> foliar de ALGAENZIMS<sup>MR</sup>) fue el que mostró una media de 10.8 unidades inferior al testigo.

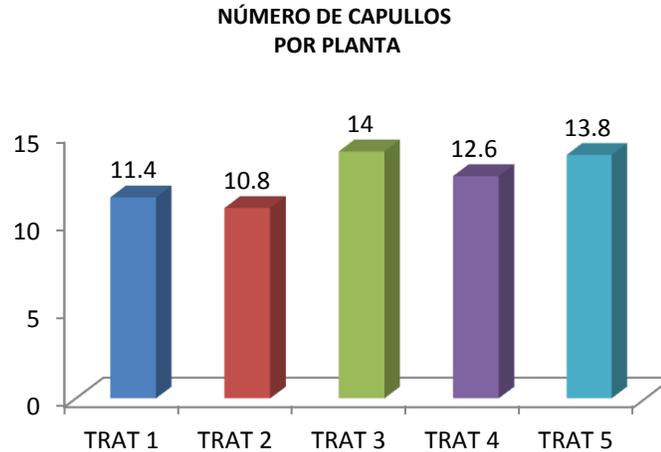


Figura 8. Número de capullos por planta de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1).

### Peso de capullo

De acuerdo al Cuadro 14 en la comparación de medias no se encontró diferencia estadística entre tratamientos para esta variable, en la Figura 9 muestra gráficamente la diferencia numérica que existe entre los cinco tratamientos evaluados, donde los tratamientos que mostraron un peso de capullo superior al del testigo fueron el 5 y 3 con una media de 5.11 y 5.10 respectivamente.

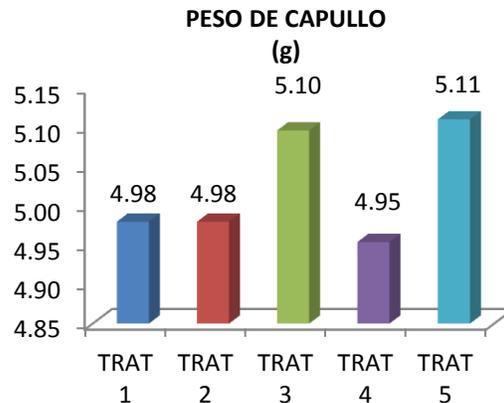


Figura 9. Peso de capullo en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1).

## Porciento de fibra

De acuerdo al Cuadro 14 en la comparación de medias no se encontró diferencia estadística entre tratamientos para esta variable, como se puede observar en la Figura 10 el tratamiento 1 (testigo) fue el que mostró un valor mayor que los otros cuatro tratamientos evaluados, con una media de 46.2 % de fibra. Los tratamientos 3, 4, 2 y 5 su decremento en porcentaje de fibra fue alrededor del 1.8 a 2.2 %. Esto concuerda con lo que menciona Tucker y Tucker (1968) donde el N incrementa el tamaño del capullo debido a un incremento en el peso individual de la semilla con la consecuente reducción en el porcentaje de la fibra.

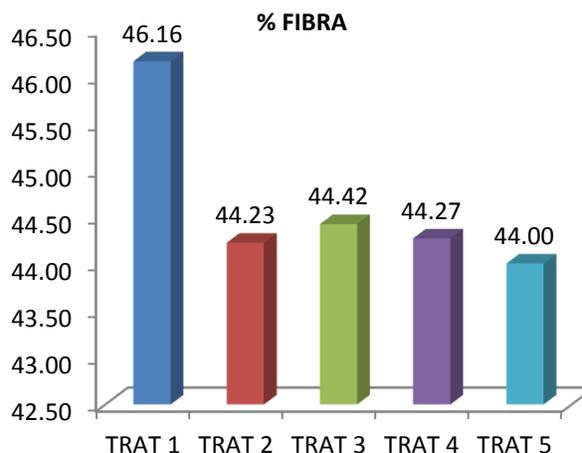


Figura 10. Porciento de fibra en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1).

## Índice de semilla

De acuerdo al Cuadro 14 en la comparación de medias no se encontró diferencia estadística entre tratamientos para esta variable, en la Figura 11 se observa que los tratamientos 5, 2, 4 y 3 tuvieron una diferencia numérica en el índice de semilla con medias de 8.68, 8.56, 8.56 y 8.52 respectivamente que fueron superiores al testigo (T 1) de 8.4 de índice de semilla; datos que están relacionados con el porcentaje de fibra y peso de capullo.

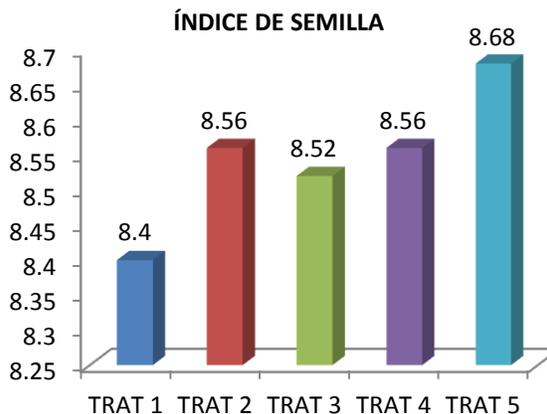


Figura 11. Índice de semilla en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1).

El incremento en el índice de semilla y decremento en el porcentaje de fibra se le puede atribuir a la madurez tardía de la planta, ya que fueron tratados con productos que contienen elementos nutricionales esenciales y sustancias promotoras de crecimiento a partir de extractos de algas marinas, que tienen efecto similar a los reguladores de crecimiento de las plantas (Fichas técnicas de los productos, [www.palautbioquim.com.mx](http://www.palautbioquim.com.mx)).

## 4.5 Materia seca

Como se puede observar en el análisis estadístico (Cuadro 13) no hay diferencia estadística significativa entre los cinco tratamientos para la variable materia seca. De acuerdo a la Figura 12, los tratamientos que mostraron un incremento en contenido de materia seca fue el 5 (1 lt.ha<sup>-1</sup> suelo + 1 lt.ha<sup>-1</sup> foliar de ALGAENZIMS<sup>MR</sup> + aplicación foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> en mezcla con 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) con 134.9 g (12.58%) y el tratamiento 3 (aplicación foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> + 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) que incrementó 102.6 g (9.9%), con respecto al testigo; el tratamiento que mostro un bajo contenido de materia seca fue el 4 (aplicación foliar 0.5 lt.ha<sup>-1</sup> de ALGAENZIMS<sup>MR</sup> + foliar 1 lt.ha<sup>-1</sup> de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> en mezcla con 1 lt.ha<sup>-1</sup> de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) con 84 g (7.8%) por debajo del testigo.

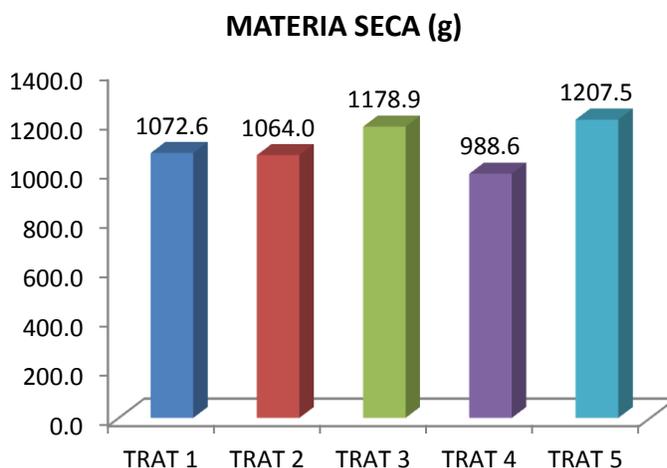


Figura 12. Contenido de materia seca en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1).

#### 4.6 Número de nudos

De acuerdo al análisis estadístico (Cuadro 13) se obtuvieron diferencias altamente significativas entre los cinco tratamientos para la variable número de nudos, con un coeficiente de variación de 5.56. En el Cuadro 15 observamos la diferencia estadística entre los cinco tratamientos evaluados para esta variable.

Cuadro 15. Comparación de medias para número de nudos en plantas de algodón.

Tratamiento	Número de nudos
1	18 C
2	20.8 AB
3	20.2 AB
4	19 BC
5	21.2 A

Medias con la misma letra en columna son estadísticamente iguales, Tukey ( $P < 0.05$ )

Se observa en la Figura 13 que el tratamiento que mostró un número mayor de nudos fue el 5 con una media de 21.2 unidades, seguido por los tratamientos 2 y 3 con una media de 20.8 y 20.2 unidades respectivamente; el tratamiento 1 (testigo) fue el que mostro menor número de nudos con una media de 18 unidades.

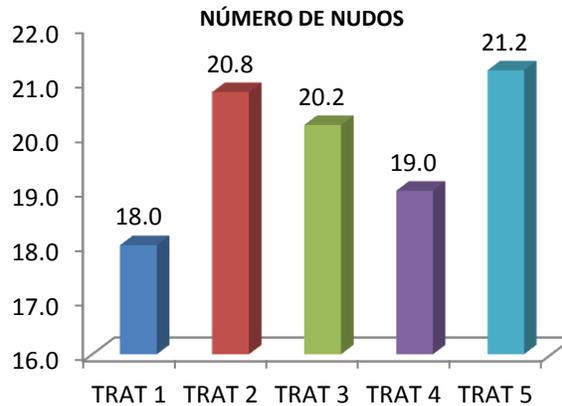


Figura 13. Numero de nudos en la planta de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1).

#### 4.7 Calidad de fibra

Mediciones para los siguientes factores de calidad son realizadas por instrumentos de precisión de alto volumen, comúnmente referido como clasificación “H.V.I.” (“High Volume Instruments”). El cuadro 16 muestra los cuadrados medios y el grado de significancia para las variables longitud de fibra, resistencia, finura (Micronaire) índice de uniformidad e índice de madurez.

Cuadro 16. Cuadrados medios y grado de significancia de las variables de calidad de fibra.

FV	GL	LEN	STR	MIC	IUNF	IMAT
<b>TRAT</b>	4	0.39 NS	0.48 NS	0.21 NS	4.57 NS	0.00035 NS
<b>ERROR</b>	20	0.46	0.59	0.11	2.08	0.0003
<b>C.V.</b>		2.6	3.17	8.11	1.76	2.04
<b>MEDIA</b>		26.29	24.24	4.1	81.84	0.84

GL. Grados de libertad; LEN. Longitud de fibra, STR. Resistencia de la fibra, MIC. Finura (micronaire), IUNF. Índice de uniformidad, IMAT. Índice de madurez, C.V. Coeficiente de variación, \*diferencias significativas, \*\* diferencias altamente significativas, NS. No significativo.

En la comparación de medias (Cuadro 17) observamos que no existe diferencia estadística entre los cinco tratamientos evaluados para cada una de las variables de calidad de fibra de algodón, únicamente se mostraron diferencias numéricas que se explicarán gráficamente.

Cuadro 17. Comparación de medias para parámetros de calidad de fibra de algodón.

Tratamiento	Longitud de fibra (mm)	Resistencia (g/tex)	Finura (Micronaire)	Índice de uniformidad	Índice de madurez
1	26.36 A	24.00 A	4.46 A	82.0 A	0.860 A
2	26.58 A	24.28 A	4.06 A	80.6 A	0.846 A
3	26.06 A	24.14 A	4.04 A	81.9 A	0.842 A
4	26.52 A	24.76 A	4.02 A	83.3 A	0.844 A
5	25.94 A	24.02 A	3.92 A	81.5 A	0.838 A

Medias con la misma letra en columna son estadísticamente iguales, Tukey (P< 0.05).

### Longitud de fibra

Arturi (1984) expresó que la longitud de la fibra es el índice de calidad de mayor importancia para definir el valor industrial del algodón.

Consecuentemente, en los procesos selectivos se presta especial atención a este carácter, cuidando de mantenerlo en las **magnitudes máximas factibles** para cada linaje.

Según Robles (1980), la longitud de la fibra está influenciada por los factores hereditarios, humedad durante la época de floración y fructificación, localización de la fibra en diferentes partes de la semilla, localización de frutos en la planta, así como por las condiciones reales en que se realiza el desmote.

En la figura 14 se observa que los tratamientos 2 y 4 mostraron un incremento en longitud de fibra de 0.22 y 0.16 mm respectivamente, con respecto al testigo. Los cinco tratamientos evaluados se clasifican con una longitud típica de 1 1/32" (25.9 a 26.6 mm) según clasificación de algodón UPLAND (31/32" a 1.1/8") (Plan Rector Nacional, 2010).

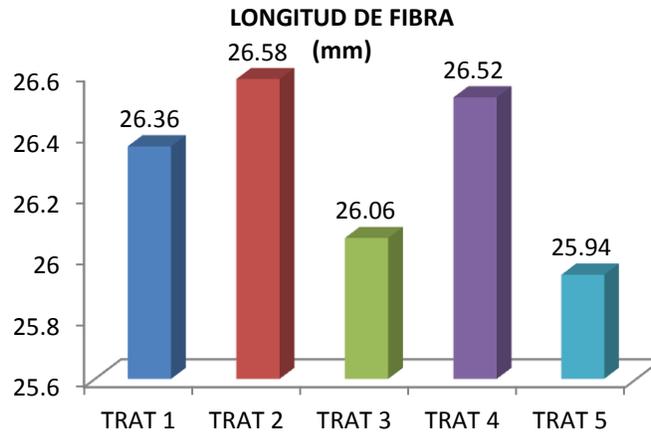


Figura 14. Longitud de fibra en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1).

### Resistencia de la fibra

Como se puede observar en la Figura 15 el tratamiento 4 con una media de 24.76 g/tex fue el que numéricamente presentó una diferencia en relación a la media del testigo con 24.00 g/ tex, seguido por el tratamiento 2 con una media de 24.28 g/tex; los cinco tratamientos quedan clasificados con una fibra intermedia en resistencia (24 a 25 g/tex, ver Cuadro 4).

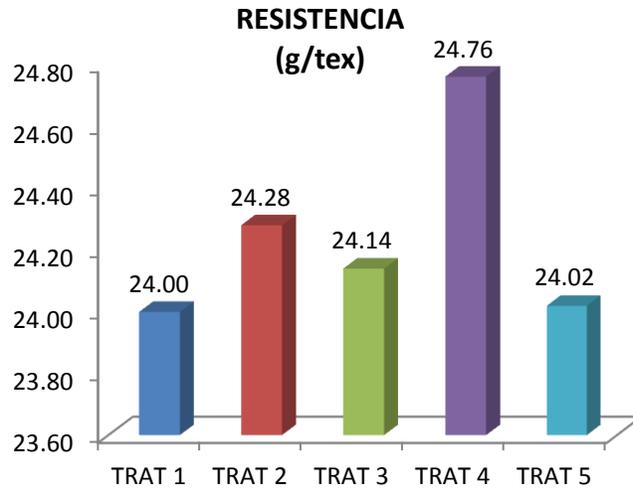


Figura 15. Resistencia de la fibra en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1).

La resistencia de fibra es fundamentalmente determinada por la variedad, sin embargo puede ser afectada por deficiencia de nutrientes en la planta, lo cual es de descartar en este estudio al comparar con el testigo y los tratamientos evaluados obtuvimos un incremento mínimo del cual podemos sugerir una alternativa para mejorar la resistencia de la fibra y obtener la calidad superior a la requerida por la industria textil y la clasificación de algodón UPLAND (Plan Rector Nacional, 2010).

## Finura (Micronaire)

Las mediciones de Micronaire pueden ser influenciadas durante el período de crecimiento por condiciones ambientales tales como humedad, temperatura, luz solar, nutrientes de la planta y extremos en poblaciones de plantas o capullos.

De acuerdo a la Figura 16 los tratamientos que resultaron con una fibra más fina fueron el 5 y 4 con una media de 3.92 y 4.02 respectivamente, mostraron una diferencia numérica de acuerdo al testigo (TRAT 1) que tuvo una media de 4.46; estos resultados se encuentran dentro del rango de finura media en la clasificación de algodón UPLAND para calidad de fibra y del requerimiento mínimo de la industria textil que van de 3.5 a 4.9 micronaires, según Palomo *et al.*, (2003).

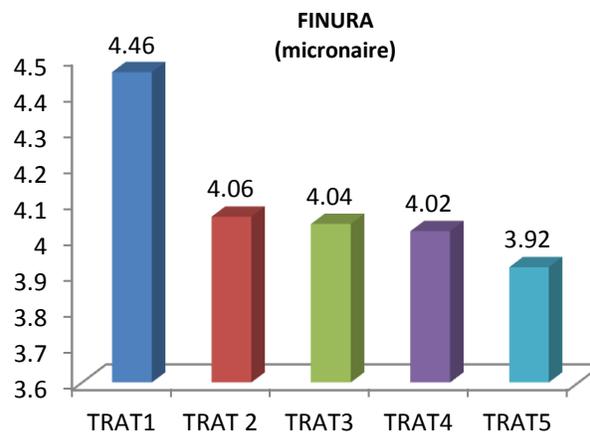


Figura 16. Finura de la fibra en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1).

## Índice de uniformidad

De acuerdo a la Figura 17 el tratamiento 4 fue el que mostró una mejor uniformidad de fibra con una media de 83.3 de índice, superior a la media del testigo de 82 de índice; los tratamientos 3, 5 y 2 mostraron una media de 81.9, 81.5 y 80.6 respectivamente que fue menor al índice del testigo. Estos resultados se relacionan con la longitud de fibra según registros para la Clasificación del algodón Upland, bajo determinaciones de aparato HVI para medición de factores de calidad de fibra de algodón; donde un índice bajo de uniformidad muestra que puede existir un alto contenido de fibras cortas y por lo tanto baja la calidad del producto para uso textil (Plan Rector Nacional, 2010).

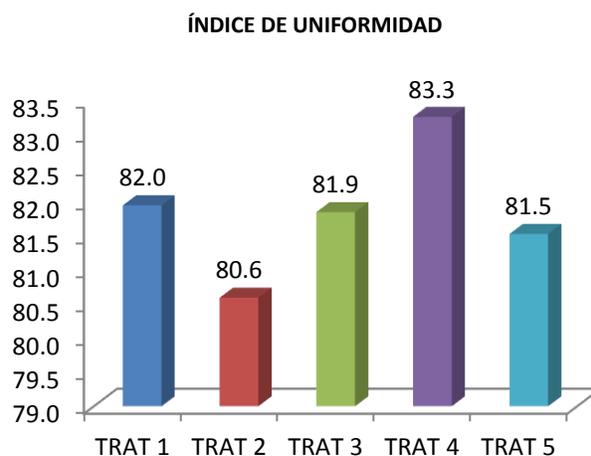


Figura 17. Índice de uniformidad de fibra en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1).

## Índice de madurez

En la Figura 18 observamos que el tratamiento que presentó un índice de madurez aceptable (madura 0.86-1.00) fue el 1 (testigo) con una media de 0.86, los tratamientos 2, 4, 3 y 5 presentan medias de 0.846, 0.844, 0.842 y 0.838 respectivamente, los cuales se agrupan en la clasificación inmadura con valores que oscilan de 0.70-0.85 de índice de madurez; estos datos demuestran lo contrario a lo que menciona Hernández (1997) que la finura de la fibra se encuentra asociada en forma estrecha con la madurez de la fibra.

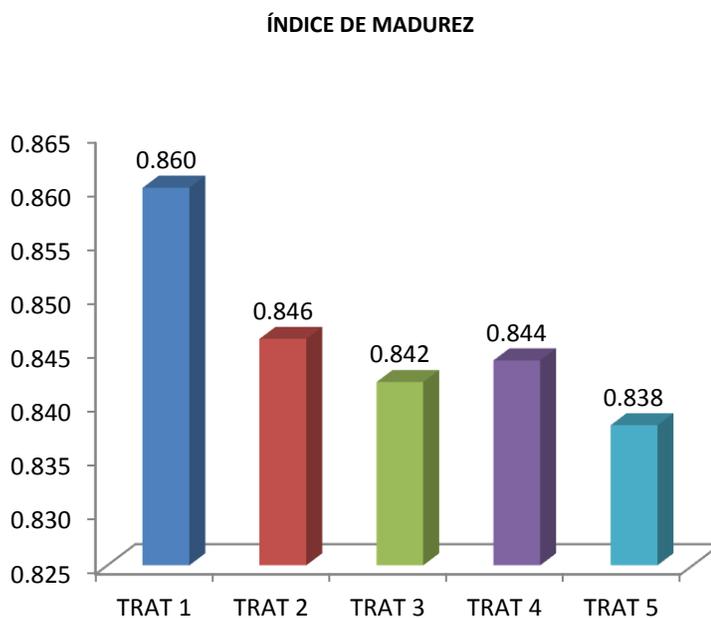


Figura 18. Índice de madurez de fibra en el cultivo de algodón, para los 4 tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas y el testigo (T1).

## V. CONCLUSIONES

El tratamiento 3 (aplicación foliar  $1 \text{ lt. ha}^{-1}$  de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> +  $1 \text{ lt. ha}^{-1}$  de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) resultó ser mejor estadísticamente en la variable altura de planta con un incremento de 15.6 cm (16.3%) con respecto a la media del testigo de 95.6 cm, así mismo se observó un mayor número de flores con un incremento de 14.2 unidades (71.7%) en etapa de floración y un incremento en número de bellotas en etapa de fructificación con 11.8 unidades (62.7%) con respecto al testigo que tuvo medias de 19.8 y 18.8 unidades para las dos variables.

Los tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas (2, 3, 4 y 5) por tener presencia de microalgas cianofitas mostraron ser iguales entre si y mejores estadísticamente en contenido de clorofila al incrementar entre un 16-20.5% más que el testigo.

En rendimiento no se obtuvo significancia estadística en los tratamientos con aplicación de extractos de algas marinas, únicamente se observó una tendencia positiva en el tratamiento 5 ( $1 \text{ lt. ha}^{-1}$  suelo +  $1 \text{ lt. ha}^{-1}$  foliar de ALGAENZIMS<sup>MR</sup> + aplicación foliar  $1 \text{ lt. ha}^{-1}$  de FRUTOENZIMS<sup>MR</sup> en mezcla con  $1 \text{ lt. ha}^{-1}$  de CUAJAENZIMS<sup>MR</sup>) con incremento de  $247.1 \text{ kg. ha}^{-1}$ , el cual representa un 6.9 % mas con respecto a el rendimiento del testigo que fue de  $3549.2 \text{ kg. ha}^{-1}$ .

La calidad de fibra no fue afectada por ninguno de los cinco tratamientos bajo estudio ya que se ubico dentro de la clasificacion de algodón UPLAND y la industria textil.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Amado R., C. 2006. Evaluación de fertilizantes foliares, fertilizantes al suelo y extractos de algas marinas en el cultivo de chile mirador criollo (*Capsicum annuum* L.), a campo abierto. Tesis de Licenciatura. UAAAN. División de agronomía.
- Arturi, E. 1984. El algodón. Mejoramiento genético y técnicas de su cultivo. Hemisferio Sur, S. A. Buenos Aires, Argentina. 179 p.
- Augstburger, F., Berger, J., Censkowsky, U., Heid, P., Milz, J. y Streit, C. 2000. II Parte Especializada: Producción Orgánica de Algodón. Agricultura Orgánica en el Trópico y Subtrópico. Asociación Naturland - 1ª edición.
- Blunden, G. 1991. Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. Seaweed resources in Europe: uses and potencial. M.D. Guiry and G. Blunden. John Wiley and Sons. Pp. 65-81. Chichester.
- Booth E. 1969. The manufacture and properties of liquid seaweed extracts. Proc. Int. Seaweed Symp 6 : 655 - 662 .
- Boraso A., Rico A., Perales S., Pérez L. y Zalazar H. 2005. Utilización de algas marinas en la agricultura.
- Canales L. B. 1997. Las Algas en la Agricultura Orgánica. Consejo Editorial del Estado; Primera edición. Coahuila, México.
- Cronquist, A. 1977. Introducción a la Botánica. Cía. Editorial Continental. México, D. F.

- Díaz M, D.H. 2002. Fisiología de los árboles frutales. Editor AGT, S.A. México D.F. 390 p.
- Esparza Ch, A., Godoy A, S., Palomo G, A., Ramírez V, R., Zavala G, F., Gómez M, N.O., Rincón S, F. y Mejía C, A. 1998. Características agronómicas y resistencia a lepidópteros de variedades transgénicas de algodón. Memorias del XVII Congreso de Fitogenética: Notas Científicas. SOMEFI. Chapingo, México. p. 427.
- Garry, D. 2001. Tillage and soil compaction. Conservation Agriculture. A Worldwide Challenge, pp 281-191. Eds. L. García Torres J. Benites, A., Martínez Videla. Spain: FAO – ECA.
- Global Organics, 2007. Fichas Técnicas Informativas productos. Disponible en: [www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/184/4/TESIS.pdf](http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/184/4/TESIS.pdf)
- Godoy A, S. 1999. Variedades transgénicas: Alternativa para reducir daños por plagas en algodónero. Semillas transgénicas. X Curso Actualización en Tecnología de Semillas. CCDTS- UAAAN. Octubre 20-22 de 1999. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 153-156.
- Godoy A, S., Palomo G, A. 1998. Variedades transgénicas de algodón. Oportunidades y retos. La Laguna-INIFAP, Torreón, Coahuila, México. p. 13.
- González J. 1987. Las Algas de México, Revista de Difusión, Laboratorio de Ficología. UNAM – México.
- Hernández, F. J. 1997. El cultivo del algodónero. Ediciones de la Universidad Ezequiel Zamora. Colección Docencia Universitaria. 309 pp.

- Marshall W. 1987. *Biología de las algas, enfoque fisiológico*. Editorial Limusa. México, D. F.
- Metting B. 1988. *Microalgae and agriculture*. In: M. A. Borowitzka (eds), *Microalgal biotechnology*, pp. 288 - 303. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Monografía de Cultivos. 2011. *Algodón*. Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios. SAGARPA. 11p.
- Munguía L. J. 2002. *Experimentos con la Aplicación de ALGAENZIMS, Labranza Cero y Reducción de Fertilizantes en Maíz y Trigo en Rotación*. Patrocinado por CIQA.
- Palomo G, A., Gaytán M, A. Faz C, R., Reta S, D G. y Gutiérrez DR, E. 2004. *Rendimiento y calidad de fibra de algodón en respuesta al número de riegos y dosis de nitrógeno*. Terra 22: 299-305.
- Palomo G, A., Gaytán M, A. y Godoy A, S. 2001. *Efecto de los riegos de auxilio y densidad de población en el rendimiento y calidad de la fibra del algodón*. Terra 19: 265-271.
- Palomo G, A., Gaytán M, A. y Godoy A, S. 2003. *Rendimiento, componentes de rendimiento y calidad de fibra del algodón en relación con la dosis de nitrógeno y la densidad poblacional*. RevistaFitotecnia Mexicana 26: 167-171.
- Pedersen, M. 1973. *Identification of a Cytokinin, 6-3 methy 1-2 butenylaminopurincin sea Water and the Effect od Cytokinins on brown Algae*, Physiol. Plant. 28:101-105.

- Pelczar M., J.1984. Microbiología. Editorial Mc. Graw - Hill. México.
- Pinales, B. C. 2008. "Rendimiento, componentes de rendimientos y producción de biomasa del algodón en surcos ultra-estrechos". Tesis de Lic. UAAAN-UL, División Ciencias Agronómicas.
- Plan Rector Nacional. 2010. Comité Nacional Sistema Producto Algodón, A.C. 23-30 p.
- Reyes R. D. M. 1993. Efecto de Algas Marinas y Ácidos Húmicos en Suelo Arcilloso y otro Arenoso, así como su Influencia en Lechuga (*Lactuca sativa*). Tesis de Maestría U.A.A.A.N. Buenavista, Coahuila, México.
- Ricciardi, A. A. y Pasich, L. 1999. La clasificación del algodón. Programa Algodón. Servicio de Comercialización Agrícola. Departamento de Agricultura de los EE.UU.
- Robles S, R. 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Editorial Limusa S. A. México, Distrito Federal. 673 p.
- SAGARPA. 2008. Comité Nacional Sistema Producto Algodón. Dirección General de Fomento a la Agricultura (DGFA). 3p
- Senn T. L. 1987. Seaweed and plant growth. T. L. Senn ed. SC Clemson 166 pp.
- Senn, T. L. and A. R. Kingman.1978.Seaweed research in crop production. Econ. Dev. Adm., US Dep. Commer. , Washington, 161 pp.

Tucker, T.C. and Tucker, B.B.: Nitrogen nutrition. In: Advances in production and utilization of quality cotton. pp. 183-211 (Eds. F.C. Elliot et al.) Ames, Iowa State Univ. Press, 1968.

Villarreal S. J. A. 2003. Búsqueda del principio Activo del extracto de Algas Marinas ALGAENZIMS tratamiento agrícola. Tesis de maestría UA de C. Saltillo, Coahuila, México.

Warlther. 1982. Introducción a la Microbiología. Editorial Continental. México, D. F.

[www.agrytec.com/agricola/images/stories/secciones/agricultura\\_organica/auspiciente/algaenzims.pdf](http://www.agrytec.com/agricola/images/stories/secciones/agricultura_organica/auspiciente/algaenzims.pdf)

[www.deltapine.com/Products/Southwest/Pages/DP-0935-B2RF-Southwest.aspx](http://www.deltapine.com/Products/Southwest/Pages/DP-0935-B2RF-Southwest.aspx)

[www.palabioquim.com.mx](http://www.palabioquim.com.mx)

[www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=algodon&meses=12](http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=algodon&meses=12)

[www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=86&Itemid=67](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=86&Itemid=67)