

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**PRODUCCIÓN DE ALGODÓN BAJO DOS SISTEMAS DE
SIEMBRA EN LA REGIÓN LAGUNERA**

POR

FRANCISCO MORALES CRUZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DE 2011

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**PRODUCCIÓN DE ALGODÓN BAJO DOS SISTEMAS DE SIEMBRA EN LA
REGIÓN LAGUNERA**

POR:

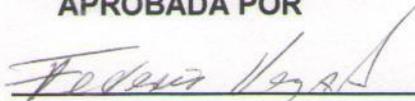
FRANCISCO MORALES CRUZ

TESIS

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN EL COMITÉ ASESOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

APROBADA POR

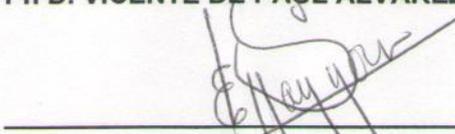
ASESOR PRINCIPAL:


M.C. FEDERICO VEGA SOTELO

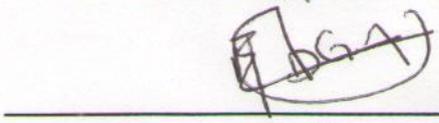
ASESOR:


Ph D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

ASESOR:

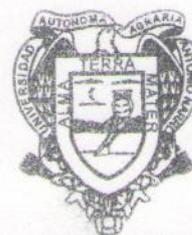

ING. ELISEO RAYGOZA SÁNCHEZ

ASESOR:


M.C. EDGARDO CERVANTES ÁLVAREZ


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

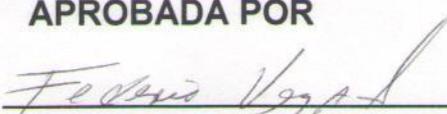
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS QUE PRESENTA EL C. FRANCISCO MORALES CRUZ Y QUE
SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA POR

PRESIDENTE:


MC. FEDERICO VEGA SOTELO

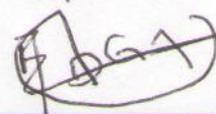
VOCAL:


Ph D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

VOCAL:


ING. ELISEO RAYGOZA SÁNCHEZ

VOCAL:


M.C. EDGARDO CERVANTES ÁLVAREZ


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2011

DEDICATORIAS

A MI DIOS:

Por darme la vida, mantenerme así durante este tiempo, estar en estos momentos aquí, y más que nada por haberme brindado unos padres maravillosos y una familia que en todo momento estuvieron conmigo en las buenas y malas.

Agradezco a dios por haber estado conmigo, en todo momento sentí que él estaba presente en todo lo que hacía y gracias a el las cosas me salieron bien, gracias por darme unos amigos que me brindaron sus compañía, gracias por llenarme de salud en mi vida y lograr mi sueño de ser un hombre de bien.

Gracias dios.

A MIS PADRES:

José Antonio Morales Flores.

María de Jesús Cruz Ocaña.

Con mucho cariño para ustedes que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento, por darme su confianza y paciencia durante todo este tiempo, y haberme brindado ese amor de padres.

Gracias a mi madre que es mi guía, ejemplo a seguir por sus consejos, tu amor tan grande, por luchar con trabajo para que saliera adelante, te lo debo a ti madre querida. Gracias porque sin ti no sería lo que soy, no tengo palabras para agradecerte todo lo que me has dado, simplemente gracias. Te quiero mucho.

A mi padre el ejemplo a seguir por su humildad, sencillez, de hombre trabajador que lucha por darme una vida mejor y alzar la frente en alto, gracias por tu paciencia, consejos y todo lo que solo tú sabes dar. Aunque en lo lejos siempre has estado junto a mí. Te quiero mucho.

A MIS HERMANOS:

Víctor Hugo (Q.E.P.D), Romeo, Melba, Antonio, Celia, Martha Alicia y María Cruz.

Gracias por todos los momentos que hemos pasado de alegría y tristeza, y por los consejos que me brindaron como hermanos, con las ganas de tenerlos cerca y no poder estar con ustedes, pero es por salir adelante pero ya llegara el día que estemos más tiempo juntos y poder abrazarlos y decirles cuanto los quiero, gracias por haber confiado en mí, por tenerme paciencia y creer en mí.

A MIS SOBRINOS:

Sobrinos, sobrinas y sobrinitos, quisiera nombrarlos a cada uno de ustedes pero son mucho, pero eso no quiere decir que no me acuerde de cada uno, a todos los quiero mucho y más que sobrinos son como mis amiguitos.

A MIS AMIGOS:

A todos mis amigos, sin excluir a ninguno, pero en especial a **Germán, Erika, Raymundo, Francisco Javier, Enrique, José Manuel, Tomas, Juan Luis, Lucina, Yesenia, Olivio y Reynaú** mil gracias por todos los momentos que hemos pasados juntos y porque han estado conmigo siempre para brindarme su apoyo y sus consejos.

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por dejar que disfrute de este momento en compañía de todos mis seres queridos.

A mi **ALMA TERRA MATER** por ser una casa siempre para mí, por compartir sus conocimientos conmigo y todas las cosas que guarda dentro, por hacerme un profesionala haciéndome sentir orgulloso.

Al **MC. FEDERICO VEGA SOTELO** por compartir parte de sus conocimientos conmigo, por platicar sus experiencias vividas en sus estudios exhortándome a seguir adelante, por la paciencia que tuvo conmigo.

Al **Ph D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA** por su apoyo incondicional en la elaboración de mi tesis y amistad que tuvo con nosotros en cada momento de nuestra formación profesional.

**“DE TODAS LAS ACTIVIDADES DEL HOMBRE NO HAY OTRA MAS NOBLE
QUE LA AGRICULTURA.”**

Marco Tulio Cicerón

**“LA AGRICULTURA ES EL ARTE QUE ENSEÑA VIRTUD AL HOMBRE Y LA
BASE DE LA OPULENCIA DE TODAS LAS NACIONES.”**

Gaspar Melchor De Jovellanos

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | Pág. |
|---|-------------|
| DEDICATORIAS | IV |
| AGRADECIMIENTOS | VI |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | VIII |
| INDICE DE CUADROS | XIII |
| INDICE DE APÉNDICE | XIV |
| RESUMEN | XV |
| JUSTIFICACIÓN | XV |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Objetivo | 2 |
| 1.2. Hipótesis..... | 2 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| 2.1. Historia | 3 |
| 2.2. Origen..... | 3-4 |
| 2.3. Importancia económica | 4-5 |
| 2.4. Clasificación taxonómica | 5 |
| 2.5. Características morfológicas del algodón | 6 |
| 2.5.1. Planta..... | 6 |
| 2.5.2. Raíz | 6 |
| 2.5.3. Semilla | 6 |
| 2.5.4. Tallo..... | 6 |
| 2.5.5. Hojas..... | 6 |
| 2.5.6. Ramas fructíferas..... | 7 |
| 2.5.7. Flor..... | 7 |
| 2.5.8. Fruto | 7 |
| 2.6. Variedades | 7 |

| | |
|---|-------|
| 2.6.1. Fiber Max 832 | 8 |
| 2.6.2. Cian Precoz | 8 |
| 2.6.3. Narro I..... | 8 |
| 2.6.4. NuCotn 35 ^B | 8 |
| 2.6.5. Gossypium hirsutum | 8 |
| 2.6.6. Gossypium barbadense..... | 8 |
| 2.6.7. Gossypium herbaceum | 8 |
| 2.7. Exigencia edafoclimática..... | 9 |
| 2.7.1. Exigencia de suelo..... | 9 |
| 2.7.2. Exigencia de clima..... | 9 |
| 2.8. Preparación del terreno | 9 |
| 2.8.1. Barbecho | 9 |
| 2.8.2. Rastreo | 10 |
| 2.8.3. Nivelación | 10 |
| 2.8.4. Trazo de riego..... | 10 |
| 2.8.5. Surcos..... | 10 |
| 2.8.6. Bordearía | 10 |
| 2.9. Siembra..... | 10 |
| 2.9.1. Característica de la siembra | 10 |
| 2.9.2. Siembra en corrugaciones | 11 |
| 2.9.3. Siembra en plano..... | 11 |
| 2.9.4. Densidad de plantación | 11-12 |
| 2.10. Aclareo | 12 |
| 2.11. Riego..... | 12 |
| 2.12. Fertilización | 12-13 |
| 2.13. Maleza..... | 13 |
| 2.14. Métodos de control de maleza | 14 |

| | |
|---|-------|
| 2.14.1. Control cultural..... | 14 |
| 2.14.2. Control mecánico | 14 |
| 2.14.3. Control químico..... | 14 |
| 2.15. Plagas y enfermedades del algodón | 14 |
| 2.15.1. Plagas..... | 14 |
| 2.15.1.1. Picudo del algodnero (<i>Anthonomus grandis Boh</i>)..... | 14 |
| 2.15.1.2. Gusano bellotero (<i>Heliothis virescens</i>) | 15 |
| 2.15.1.3. Gusano rosado (<i>Pectinophora gossypiella</i>) | 15 |
| 2.15.1.4. Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)..... | 15 |
| 2.15.1.5. Pulgones (principalmente <i>Aphis gossypii</i>)..... | 15 |
| 2.15.1.6. Mosca blanca (<i>Bemisa tabaci</i>)..... | 15 |
| 2.15.2. Enfermedades..... | 15 |
| 2.15.2.1. Verticillium alboatrum..... | 16 |
| 2.15.2.2. Fusariosis..... | 16 |
| 2.15.2.3. Mancha angular (<i>Xanthomona campestris</i>) | 16 |
| 2.16. Cosecha | 16 |
| 2.16.1. Recolección manual..... | 16-17 |
| 2.16.2. Recolección mecánica | 17 |
| 2.16.3. Recomendaciones para cosecha mecánica | 17 |
| 2.17. Manejo del producto cosechado | 18 |
| 2.18. Manejo del algodón a granel en acoplados | 18 |
| 2.19. Manejo del algodón a granel mediante implementos neumáticos portátiles..... | 18 |
| 2.20. Manejo del algodón a granel, en módulos..... | 18-19 |
| 2.21. Clasificación del algodón..... | 19 |
| 2.21.1. Longitud de la fibra | 19 |
| 2.21.2. Uniformidad de la longitud | 19 |
| 2.21.3. Resistencia | 19-20 |

| | |
|---|-----------|
| 2.21.4. Micronaire | 20 |
| 2.21.5. Color | 20 |
| 2.21.6. Preparación | 21 |
| 2.21.7. Impurezas | 21 |
| 2.22. Cadena productiva del algodón | 21 |
| 2.22.1. Fase primaria | 21 |
| 2.22.1.1. Producción | 21 |
| 2.22.1.2. Acopio | 22 |
| 2.22.2. Fase industrial..... | 22 |
| 2.22.2.1. Procesamiento | 22 |
| 2.22.3. Fase de consumo | 22-23 |
| 2.23. Norma internacional | 23 |
| 2.24. Normas nacionales..... | 23-24 |
| III. MATERIALES Y METODOS..... | 25 |
| 3.1. Localización del experimento | 25 |
| 3.2. Clima | 25 |
| 3.3. Precipitación..... | 25 |
| 3.4. Diseño experimental..... | 25 |
| 3.5. Preparación del terreno | 26 |
| 3.6. Siembra | 26 |
| 3.7. Riego | 26 |
| 3.8. Fertilización | 26-27 |
| 3.9. Plagas y enfermedades..... | 27 |
| 3.10. Control de maleza | 27 |
| 3.11. Cosecha | 27 |
| 3.12. Variables evaluadas | 28 |
| 3.12.1. Altura de planta..... | 28 |

| | |
|--|--------------|
| 3.12.2. Numero de capullos | 28 |
| 3.12.3. Peso de capullo | 28 |
| 3.12.4. Rendimiento de algodón..... | 28 |
| 3.12.5. Eficiencia en uso de agua..... | 28 |
| IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN | 29 |
| 4.1. Altura de planta..... | 29 |
| 4.2. Numero de capullos | 29 |
| 4.3. Peso de capullo | 29 |
| 4.4. Rendimiento de algodón..... | 29 |
| 4.5. Eficiencia en uso de agua..... | 30 |
| V. CONCLUSIONES..... | 31 |
| VI. LITERATURA CITADA..... | 32-34 |
| APÉNDICE..... | 35-36 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Cuadro 1. Clasificación taxonómica del algodón..... | 5 |
| Cuadro 2. Calendario de riego de auxilio en el cultivo del algodón y estado de desarrollo de la planta..... | 12 |
| Cuadro 3. Fórmula de fertilización para el cultivo del algodón de acuerdo con la textura del suelo y cultivo anterior..... | 13 |
| Cuadro 4. Clasificación de la resistencia utilizando el índice de Pressley..... | 20 |
| Cuadro 5. Clasificación del índice de micronaire..... | 20 |
| Cuadro 6. Normas de Calidad Mexicana que rigen en el algodón..... | 24 |
| Cuadro 7. Calendario de riego en el cultivo del algodón y láminas de riego aplicadas. UAAAN-UL 2011..... | 26 |
| Cuadro 8. Productos utilizados durante el experimento para la fertilización del cultivo algodonero UAAAN-UL 2011..... | 26 |
| Cuadro 9. Herbicidas aplicados durante el experimento para el control de maleza. UAAAN-UL 2011..... | 27 |
| Cuadro 10. Altura de planta, numero de capullo, peso de capullo, rendimiento y eficiencia en uso de agua bajo dos métodos de siembra en el Rancho “El Rincón del Buitre”. UAAAN- UL. 2011..... | 29 |

ÍNDICE DE APENDICE

| | Pág. |
|--|-------------|
| Apéndice 1. Análisis de varianza para altura de la planta | 35 |
| Apéndice 2. Análisis de varianza para numero de capullos | 35 |
| Apéndice 3. Análisis de varianza para peso de capullo. | 35 |
| Apéndice 4. Análisis de varianza para rendimiento (ton/ha) del algodón..... | 35 |
| Apéndice 5. Análisis de varianza para eficiencia en uso de agua (kg/m ³ H ₂ O) del algodón | 36 |

RESUMEN

El algodón es un cultivo de gran tradición en México y en la Comarca Lagunera. Además de su importancia económica como generador de ingresos y divisas, destaca su importancia social debido a su alta demanda de mano de obra desde la preparación del terreno hasta cosecha y después de ella en labores de transporte y despepite.

Con el objeto de determinar el método de siembra más adecuado para incrementar la producción de algodón, se realizó un experimento en el Rancho "El Rincón del Buitre" localizado en el Ejido El Retiro, Municipio de San Pedro, Coahuila, México. La variedad utilizada para este experimento fue la DP 0935, recomendada por la empresa Monsanto Comercial, S.A. de C.V.

El diseño experimental utilizado fue un bloque completamente al azar con 4 repeticiones. Se evaluó la altura de planta, el número de capullos, peso promedio de capullo, rendimiento por hectárea y eficiencia en el uso de agua.

En los resultados encontrados en este experimento la altura de la planta presentó diferencia significativa entre tratamientos, lo cual concluye que la altura de la planta influye en forma determinante en el rendimiento del cultivo del algodón. Con respecto a las otras variables no se encontraron diferencias estadísticamente, por lo que el método de siembra no incide en la producción de algodón.

JUSTIFICACIÓN

La Comarca Lagunera es sin duda una de las principales zonas productoras de algodón en México, tanto en superficie como en rendimientos por hectárea.

Actualmente se desconoce cuál es el mejor método de siembra para incrementar la producción, hay reportes de producción de hasta 8 toneladas por hectárea bajo el sistema tradicional (plano) y que se puede incrementar la producción con el sistema en corrugaciones.

Palabras clave: Algodón, variedad, despepite, método de siembra y rendimiento.

I. INTRODUCCIÓN

El algodón es actualmente la fibra textil de mayor uso en el mundo. Su mercado cubre 56% de toda la fibra usada en los Estados Unidos para fabricar ropa y artículos para el hogar (Espinoza et al., 2009). La demanda de algodón en el mundo, en los últimos cinco años, ha llegado a 20 millones de toneladas, 400% más que en los años cincuenta; los principales países productores de esta fibra son: China, Estados Unidos, India y Pakistán (Enríquez et al., 2007).

El algodón es un cultivo de gran tradición en México y en la Comarca Lagunera. Además de su importancia económica como generador de ingresos y divisas, destaca su importancia social debido a su alta demanda de mano de obra desde la preparación de la tierra hasta cosecha y después de ella en labores de transporte y despepite, teniendo un costo de producción de \$28,900/ha (Espinoza et al., 2009).

La historia de la Comarca Lagunera no podría entenderse sin el cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum L.*). Es a partir de 1880 y con fraccionamiento de los grandes latifundios, en que se introducen las primeras variedades de semilla de algodón americano, para siembra anual y una mayor cantidad de riego (Miranda, 2008).

La siembra del algodón es delicada y de ella depende la germinación de las plantas. En la Región Lagunera existen varios métodos de siembra, entre los principales se encuentra, la siembra en corrugaciones y plano.

La siembra *en corrugaciones* permite una ventilación del suelo y una mayor acumulación de temperatura en el terreno sin pérdidas excesivas de la humedad. El agua circula por el valle del surco y la planta no muere por asfixia (Cabañas et al., 2004).

La *siembra en plano* se utiliza en zonas de riego y agricultura temporal. Permite el acceso al predio, lo cual facilita el control de malezas y el manejo racional de los residuos de cosecha (Fernández, 2001).

1.1. Objetivo

Determinar el método de siembra más adecuado para incrementar la producción de algodón.

1.2. Hipótesis

El método de siembra no incide en la producción del algodón.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Historia

El algodón es la planta textil de fibra suave más importante del mundo y su cultivo es de los más antiguos. En un principio la palabra algodón significaba tejido fino. 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 los libros religiosos de 800 A.C.

Los especímenes más viejos de productos fabricados con algodón datan de unos 3000 años A.C., fragmentos de tejidos muy elaborados en la región norte de la costa peruana. A partir del año 800 D.C. se encontraron fibras y tejidos en los países orientales. Los árabes propagaron el algodón en los países orientales y mediterráneos el cual dio origen a la industria del algodón en Barcelona. En el Siglo XV el comercio británico comenzó a desarrollarse. 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, haciéndose una gran mejora del cultivo.

El algodón de las islas Barbados fue introducido a Egipto, aclimatado y desarrollado, mientras que en otros lugares aparecen las máquinas y se revoluciona la industria.

En México la primera región en que se cree se cultivó el algodón fue 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 que se dedican a la siembra de este cultivo están situadas al norte y cerca de los Estados Unidos.

2.2 Origen

El algodón pertenece a la familia Malvácea y al género *Gossypium*, existen cerca de 50 especies que comprenden este género. Sin embargo, de todas estas especies, solo cuatro se conocen con el término genérico de algodón: *Gossypium hirsutum*, *Gossypium barbadense*, *Gossypium herbaceum* y *Gossypium arboreum* (Navarro et al., 2010).

La mayor parte del algodón cultivado se deriva de dos especies: *Gossypium hirsutum* aproximadamente 90% de la producción mundial y *Gossypium barbadense* 5%. Las dos restantes, han sido desplazadas y se cultivan regionalmente, esta son: *Gossypium herbaceum* (cultivado principalmente en la india) y *Gossypium arboreum* (cultivado en zonas áridas de Asia y África)

Las dos especies de mayor cultivo a nivel mundial son originarias del continente Americano (*Gossypium hirsutum* y *Gossypium barbadense*). La especie *Gossypium barbadense* es originaria de Perú; mientras que México y América Central es el centro de origen de la especie *Gossypium hirsutum* (SAGARPA, 2011).

2.3. Importancia económica.

La demanda de algodón en el mundo, en los últimos cinco años, ha llegado a 20 millones de toneladas, 400% más que en los años cincuenta. El algodón es actualmente la fibra textil de mayor uso en el mundo. Su mercado cubre 56% de todas las fibras usadas en los Estados Unidos para fabricar ropa y artículos para el hogar. Del cultivo del algodón, además de la fibra, se obtiene la semilla de la cual se obtiene aceite comestible y harinolina que se usa como alimento para el ganado (Espinoza et al., 2009).

De acuerdo con la FAO y el Comité Consultivo Internacional del Algodón (ICAC), el principal productor de algodón es China aportando 31.85%, seguido de la India 22.83%, EE.UU. 12.72%, Pakistán 8.24% y Uzbekistán 5.01%.

Con respecto a las exportaciones de algodón, el principal país exportador es EE.UU., seguido de Uzbekistán, Brasil, Australia, Turkmenistán y Burkina Faso.

En México se siembran anualmente 210 mil hectáreas de algodono, con una producción de 872 mil pacas, de las cuales 582 mil se destinan al consumo interno y 29 mil se exportan a otros países generando divisas de orden de los 287 mil millones de pesos, esto sitúa al algodono como el segundo producto agrícola de exportación superado únicamente por el café (Palomo et al., 2006).

Actualmente la producción nacional de algodón se lleva a cabo en áreas de riego de la parte norte y noroeste del país. En el 2008 Chihuahua y Baja California encabezaban la producción nacional con 96.6% de participación, el porcentaje restante fue aportado por Tamaulipas y Sinaloa.

La Comarca Lagunera fue sin duda una de las principales zonas productoras de algodón en México, tanto en superficie cultivada como en los rendimientos por hectárea, de acuerdo a los reportes de avances de siembra y cosecha primavera-verano 2006, la superficie sembrada en Coahuila es de 15,502 hectáreas (Miranda, 2008).

2.4. Clasificación taxonómica

El algodón (*Gossypium hirsutum* L.) está comprendido en la familia de las Malvaceae con la siguiente clasificación taxonómica.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del algodón.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Género: *Gossypium* L.

Especie: *Hirsutum* L.

Fuente: USDA.

2.5. Características morfológicas del algodón.

2.5.1. Planta

El algodón es un arbusto anual, de tallo leñoso y enraizamiento profundo.

2.5.2. Raíz

La raíz principal es axonomorfa o pivotante. Las raíces secundarias siguen una dirección más o menos horizontal. En suelos profundos y de buen drenaje, las raíces pueden llegar hasta dos metros de profundidad. En los suelos poco profundos o de mal drenaje apenas alcanza los 50 cm. El algodón textil es una planta con raíces penetrantes lo que le permite la obtención de nutrientes a mayor profundidad del suelo (Hernández, 2007).

2.5.3. Semilla

En cada celda hay un promedio de seis a nueve semillas ovales. La semilla produce de 18 a 20% de aceite comestible, el orujo o torta se utiliza para la alimentación ganadera. La torta tiene una alta riqueza en proteína, pero contiene también un alcaloide denominado gossypol, que es tóxico. Hoy se prepara una torta de la que se extrae el gossypol, pero hay que tener cuidado sobre todo en la alimentación de cerdos, vacas y aves, por los residuos que puedan tener (Ferreira, 2007).

2.5.4. Tallo

La planta de algodón posee un tallo erecto, con ramificación regular. Existen dos tipos de rama, vegetativa y fructífera. Los tallos secundarios, que parten del tallo principal, tienen un desarrollo variable.

2.5.5. Hojas

Las hojas son pecioladas, de un color verde intenso, grandes y con los márgenes lobulados. Están provistas de brácteas.

2.5.6. Ramas fructíferas

Se produce a partir del quinto al sexto nudo del eje principal, su crecimiento simpódico les hace adquirir la forma de zig – zag. El punto de crecimiento termina en una flor. En cada nudo de la rama fructífera se encuentran dos yemas, una da origen a una flor y la otra a una hoja. Las posiciones, tanto de la hoja como de la estructura reproductiva alterna en la medida que se separan al tallo principal.

2.5.7. Flor

Las flores son dialipétalas, grandes, solitarias y péndulas. El cáliz de la flor está protegido por tres brácteas. La corola está formada por un haz de estambres que rodean el pistilo. Se trata de una planta autógama. Aunque algunas flores abren antes de la fecundación, produciéndose semillas híbridas.

2.5.8. Fruto

El fruto es una cápsula en forma ovoide con tres a cinco carpelos, que tiene de seis a diez semillas cada uno. Las células epidérmicas de la semilla constituyen la fibra llamada algodón. La longitud de la fibra varía entre 20 y 45 cm, y el calibre entre 15 y 25 micras, con un peso de 4 a 10 gramos. Es de color verde durante su desarrollo y oscuro en el proceso de maduración.

2.6. Variedades

La calidad del algodón depende principalmente de las variedades cultivadas, condiciones agroclimáticas y cuidado del cultivo. El entorno, o las condiciones de cultivo, determina si el algodón alcanzará o no todo el potencial de su variedad (Estrada et al., 2008).

Las variedades modernas son más eficientes para producir fibra debido a que tienen una gran sincronía entre estos dos procesos; es decir, a través del aumento del desarrollo reproductivo cuando hay un máximo peso y área foliar (Hernández., 2007).

2.6.1. Fiber Max 832

Variedad con maduración registrada como de ciclo intermedio, hoja okra, de altura alta, de buen rendimiento y calidad de fibra.

2.6.2. Cian Precoz

Variedad con alto grado de tolerancia a “verticillium”. En suelos infestados por esta enfermedad rinde 18% más que la Deltapin 80.

2.6.3. Narro I

Línea experimental precoz, su ciclo y estructura es muy parecido a la Cian precoz, de baja estructura y hojas pequeñas. Su calidad de fibra es buena.

2.6.4. NuCotn 35^B

Variedad transgénica resistente a lepidópteros principalmente a gusano rosado (*Pecthinophora gossypiella* S.) y gusano bellotero (*Heliotis zea* y *virescens*), su maduración es entre intermedia y tardía. Su longitud y resistencia de fibra son excelentes. El rendimiento de la NuCOTN 35B es superior al de las variedades comerciales Deltapine 50 y 51.

2.6.5 Gossypium hirsutum

Algodón Americano, originario de México, de fibra normal, de 25 a 30 mm de longitud por 20 a 25 micras de calibre.

2.6.6 Gossypium barbadense.

Algodón egipcio, originario de las Antillas, de fibra larga, de 35 a 45 mm por 15 micras. De él se obtienen los tejidos de más calidad.

2.6.7 Gossypium herbaceum

Algodón indio, de fibra corta, de 20 a 25 mm por micras.

2.7. Exigencias edafoclimáticas

2.7.1. Exigencia de suelo

Requiere suelo profundo capaz de retener agua, como los suelos arcillosos. Estos tipos de suelos mantienen la humedad durante todo el ciclo del cultivo. Los suelos salinos son tolerados por el cultivo del algodón e incluso en cantidades elevadas sin sufrir la planta ningún tipo de disminución en su rendimiento productivo (Monfardini et al., 2005).

2.7.2. Exigencia de clima

El cultivo del algodón es típico de las zonas cálidas. La germinación de la semilla se produce cuando alcanza una temperatura superior a 14 °C, siendo el óptimo de germinación de 20°C. En la floración se necesita una temperatura media entre 20 a 30°C. Para la maduración de la cápsula se necesita una temperatura entre 27 y 30 °C. Se trata de un cultivo exigente en agua, ya que la planta tiene mucha cantidad de hojas provistas de estomas por las que transpiran cuando hay un exceso de calor (Augstburger et al., 2006).

2.8. Preparación del terreno

En la germinación de la semilla y desarrollo radicular se deben realizar labores culturales de barbecho, rastreo, nivelación, trazo de riego, surcos y bordería (Quiñones, 2008).

2.8.1. Barbecho

Consiste en voltear la capa arable del suelo a una profundidad de 30 a 40 cm.; se sugiere realizarlo inmediatamente después del subsoleo con el fin de que los organismos dañinos presentes permanezcan el mayor tiempo expuesto a factores bióticos y de clima, y los terrones que se formen puedan ser desmoronados con mayor facilidad en las labores subsiguientes

2.8.2. Rastreo

Posterior al barbecho se practica el rastreo, el cual tiene por objeto romper los terrones grandes que quedan después de realizar el barbecho, con el objetivo de mullir la capa superficial del suelo, a fin de tener una cama nivelada para la siembra.

2.8.3. Nivelación

Para asegurar una mejor distribución del agua de riego, se eliminan los altos y bajos del terreno mediante la conformación del mismo.

2.8.4. Trazo de riego

Para una mejor distribución del agua es necesario hacer un trazo de riego, empleando una pendiente mínima lo más cercana a cero.

2.8.5. Surcos

Se realizan surcos sencillos a 75 centímetros separación.

2.8.6. Bordería

Finalmente se realizan bordos sencillos a 80 centímetros de separación.

2.9. Siembra

La siembra del algodón es delicada y de ella depende la germinación de las plantas, el marco de plantación que se realiza es de 0.95 m entre hileras para recolección mecánica, para cultivos de temporal se recomienda una anchura de siembra de 0.75 a 0.80 m de distancia entre hileras ya que la recolección se realiza manualmente.

2.9.1. Característica de la siembra

Existen varias formas de siembra:

Siembra con acolchado plástico (muy eficiente, pero por su alto costo no es apto para nuestro país), siembra en surcos, siembra en plano.

2.9.2. Siembra en corrugaciones

La siembra en corrugaciones permite una ventilación del suelo y una mayor acumulación de temperatura en el terreno sin pérdida excesiva de humedad. Con terrenos llanos y lluvias frecuentes se originarían encharcamientos en los suelos de cultivo que acabarían con la plantación, en cambio, en surcos el agua circula por el valle del surco y la planta no muere por asfixia. La desventaja de este sistema de siembra es que solamente se permite la entrada de maquinaria al terreno, el tractor con las llantas pisará y quebrará las plantas emergidas en el fondo del surco y no producirá cosecha (Cabañas et al., 2004)

2.9.3. Siembra en plano

La *siembra en plano* se utiliza en zonas de riego y agricultura temporal. Permite el acceso al predio, lo cual facilita el control de malezas y el manejo racional de los residuos de cosecha (Fernández, 2001). Se utilizan sembradoras de chorrillo para la siembra mecanizada. Las dosis de siembra son de 8 a 10 unidades por golpe. La semilla va pasando por las perforaciones de los discos de la sembradora y conforme avance la sembradora se va distribuyendo en hilera la semilla a lo largo del terreno y a una distancia exacta una de otra.

Se aconseja que la semilla esté cubierta por una capa de tierra de 3 a 4 cm de espesor para que sea más fácil la germinación de la semilla. De esta forma los cotiledones podrán desarrollarse y emerger al exterior del terreno (Fernández, 2001).

2.9.4. Densidad de plantación

La cantidad de semilla por hectárea está en función del método de siembra (surcos a una y doble hilera), población deseada (plantas por hectárea), porcentaje de germinación, tamaño y peso de semilla. Estudios de densidades de población han demostrado que el algodón posee una fuerte capacidad de ajustar y/o tolerar un amplio rango de densidad de plantas (Negrete et al., 2009).

En una siembra normal, la densidad plantas debe ser de 125,000 a 150,000 plantas/ha. Un retraso en la fecha de siembra lleva aparejado un aumento de la cantidad de semilla. La dosis de siembra a utilizar normalmente es de 18 a 20 kg/ha en siembra bajo plástico y el doble en siembra al aire libre (Hernández, 2007).

2.10. Aclareo

Cuando las plantas de algodón alcanzan un tamaño de 5 a 10 cm de altura se procede al aclareo. En él se pretende eliminar un número concreto de plantas que interfieren unas con otras dejando de este modo unas 10 plantas por metro lineal, es decir, una plantación de 100,000 plantas/ha. Es una operación que se realiza a mano por lo tanto supone un costo en mano de obra

2.11. Riego

Para una mayor eficiencia en el uso de agua de riego se recomienda aplicar como máximo 65 cm de lámina neta total, distribuidos en un riego de presembrado de 20 cm y tres auxilios de 15 cm. Cada uno los riegos de auxilio son aplicados de acuerdo con el calendario que se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Calendario de riego de auxilio en el cultivo del algodón y estado de desarrollo de la planta.

| Riegos de auxilio | Días después de la siembra | Etapas de desarrollo |
|-------------------|----------------------------|------------------------|
| 1er Auxilio | 55-60 | Inicio de floración |
| 2º Auxilio | 75-80 | 3ª Semana de floración |
| 3er Auxilio | 95-100 | 6ª Semana de floración |

Fuente: INIFAP, 2003.

2.12. Fertilización

La planta de algodón es muy exigente en fertilizantes. La fertilización de potasio incrementa la calidad de la fibra sobre todo en longitud, aumentando el peso de la cápsula. La fertilización fosfórica aumenta en grosor la cápsula y hace que ésta abra más rápidamente. La fertilización con

nitrógeno es muy importante para la planta en su desarrollo (INFOAGRO, 2007).

El cultivo necesita disponer de una cantidad adecuada y oportuna de nutrimentos, suministrados por el suelo o mediante una fertilización apropiada. Una tonelada de algodón con semilla producida por hectárea, requiere una extracción de nutrientes 50 a 55 kg N, 30 a 35 kg de P₂O₅ y 55 a 60 kg K₂O (Augusto, 2008)

Cuadro 3. Fórmula de fertilización para el cultivo del algodón de acuerdo con la textura del suelo y el cultivo anterior.

| Textura del suelo | Cultivo anterior | | | | | |
|----------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Alfalfa | Trigo | Algodón | Soya | Cacahuete | Maíz |
| Migajón arenoso (ligero) | 100-70-00 | 140-60-00 | 150-60-00 | 130-70-00 | 140-70-00 | 160-60-00 |
| Franco (medio) | 100-70-00 | 140-60-00 | 150-60-00 | 130-70-00 | 140-70-00 | 160-60-00 |
| Migajón arcilloso (pesado) | 100-70-00 | 130-60-00 | 140-70-00 | 120-70-00 | 130-70-00 | 150-70-00 |

Expresado en unidades de nitrógeno, fósforo y potasio (N-P-K) por hectárea.

Fuente: INIFAP

2.13. Maleza

La maleza más común en el cultivo del algodón es: quelite, chual, mostacilla, borraja, cañagria, girasol, malva, gloria de la mañana, verdolaga, zacate salado, pinto y de agua. En algunos casos el tapado de humedad en la siembra a tierra venida y las escardas o cultivos son suficientes para un buen control de las malas hierbas; sin embargo, de ninguna manera se puede permitir la presencia de éstas sobretodo en las primeras etapas del cultivo (primeros dos meses), o a la cosecha, ya que originan daños de importancia económica (INIFAP, 2003).

2.14. Métodos de control de maleza

2.14.1 Control cultural

Es una de las principales alternativas, debido a que se deben dar condiciones apropiadas para una correcta implantación del cultivo y éste pueda competir temprano con la maleza.

2.14.2. Control mecánico

Es la eliminación mecánica de la maleza, desde la destrucción del rastrojo, evitando que éstas germinen, durante la preparación de la sementera y en el período productivo.

El control mecánico en el entresurco, debe realizarse oportunamente y sin remover demasiado el suelo, para evitar la germinación de la numerosa semilla que se halla distribuida en el perfil del suelo.

2.14.3 Control químico

El control químico mediante herbicida es el de mayor peso en el manejo de la maleza. Permite el control en la época crítica y generalmente es selectivo para el cultivo. El empleo de herbicidas requiere un conocimiento acabado de las especies presentes, el ciclo de vida, su biología y las características de los productos químicos a utilizar, tales como mecanismo y modo de acción, propiedades físicas y químicas, comportamiento en el suelo, entre otros.

2.15. Plagas y enfermedades del algodón

2.15.1. Plagas

Los ataques de plagas con mayor incidencia en el cultivo de algodón son: Picudo del algodnero, heliotis, gusano rosado, araña roja, pulgones y mosca blanca (SAGARPA, 2011).

2.15.1.1. Picudo del algodnero (*Anthonomus grandis Boh*)

Insecto que se alimenta de los órganos florales y fructíferos del algodón.

2.15.1.2. Gusano bellotero (*Heliothis virescens*)

El adulto de esta plaga (mariposa) deposita sus huevos en la planta y son las larvas las que producen daño al cultivo. Se presenta con la aparición de los botones florales, hasta la apertura y derrame de las bellotas.

2.15.1.3. Gusano rosado (*Pectinophora gossypiella*)

La larva se alimenta de la cápsula y de la semilla, daña botones, flores y bellotas pequeñas.

2.15.1.4. Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Ácaro que se alimenta de la savia de la planta, devorando todo el jugo y dejando la hoja completamente seca.

2.15.1.5. Pulgones (principalmente *Aphis gossypii*)

Produce malformaciones en las hojas, extraen de ellas el jugo celular. También producen una especie de melaza pegajosa por toda la hoja que dificulta la actividad respiratoria de la planta.

2.15.1.6. Mosca blanca (*Bemisa tabaci*)

Produce una melaza característica por toda la hoja que la impide realizar la fotosíntesis. Desecación de hojas por substracción de la savia.

Existen otras plagas que atacan al cultivo pero en menor medida como son: la Oruga espinosa (*Earias insulana*); Prodemia (*Spodoptera litoralis*); Trips (*Thrips angusticeps* y *T. Tabaci*); Gusano gris (*Agrotis segetum*); Gardana (*Spodoptera exigua*).

2.15.2. Enfermedades

Entre las enfermedades más importantes por su difusión y daño que ocasiona en el cultivo destacan: *Verticillium alboatrum*, fusariosis y mancha angular (SAGARPA, 2011).

2.15.2.1. Verticillium alboatrum

Es un hongo subterráneo que ocasiona la desecación de las hojas seguida de defoliación prematura.

2.15.2.2. Fusariosis

Es un hongo que vive saprofito en el suelo sobre los restos vegetales, infectando el cuello de la planta al nacer. Estos ataques obstruyen los vasos, originando la marchites de la planta, que acaba por secarse y pudriendo la raíz.

2.15.2.3. Mancha angular (*Xanthomona campestris*)

Produce una defoliación severa de la planta en plena fructificación y ocasiona pérdida considerable de precocidad, rendimiento y calidad del algodón.

2.16. Cosecha

Existen dos formas de recolección del algodón: de forma manual y mecánica, comenzando con lo capullos que estén completamente abiertos (CONASIPA A.C., 2010).

2.16.1. Recolección manual

La recolección del algodón se realiza de forma manual comenzando con los capullos que estén completamente abiertos. La forma de recolección manual es sencilla consiste en recolectar el algodón de la planta introduciéndolo en sacos hasta alcanzar un peso aproximado de 25 kg por saco.

La recolección manual es de mayor calidad ya que el algodón recolectado es más limpio. Pero el inconveniente radica en la mano de obra que es más costosa que el empleo de maquinaria.

Hoy en día constituye el método de cosecha preponderante de los productores minifundistas y en los sistemas de productores familiares; en los otros sistemas de producción pierde relevancia como consecuencia del avance de la cosecha mecánica.

Pese a tener importancia social, desde la perspectiva de producción incrementa los costos en insumos (bolsas) y en mano de obra, además de espacio para el almacenamiento. Por esta razón es común que el algodón embolsado se apelmaza al máximo para aprovechar la capacidad de almacenamiento y transporte.

2.16.2. Recolección mecánica

Existen dos tipos de recolección mecánica: la cosechadora de cápsulas y la cosechadora de fibra de las cápsulas, que son recolectadas cuando están totalmente abiertas.

La cosechadora de cápsula que se extrae de la planta por un mecanismo de arranque y posteriormente se realiza un mecanismo de limpieza que separa las brácteas de la cápsula de lo que es el algodón en sí.

La cosechadora de fibra realiza la extracción del algodón bruto mediante un "husillo" de acero con el cual arrastra mediante giro las fibras de algodón y hace que se separe por completo de la bráctea. Posteriormente un mecanismo de la cosechadora denominado peines retira las fibras de los husillos o vástagos y las introducen mediante una trompa de aire a la tolva de la maquinaria.

2.16.3. Recomendaciones para cosecha mecánica

- En los sistemas de cosecha con despojadores no bajar excesivamente los tambores cosechadores a nivel de suelo para evitar desgaste innecesario.
- El régimen de r.p.m del motor debe ser el recomendado por el fabricante.
- Regular la placa de presión y el distanciamiento según el tipo de planta.
- Las púas y los despojadores deben estar en perfecto estado, sin desgaste.
- Usar sólo el agua necesaria para humedecer las púas.
- Mantener limpias las rejillas de la tolva y tambores cosechadores.

2.17. Manejo del producto cosechado

El objetivo es lograr el mejor acondicionamiento del algodón cosechado mediante el manejo apropiado de tal manera que permita un seguro almacenamiento hasta el momento de alimentar el sistema de desmonte.

2.18. Manejo del algodón a granel en acoplados

Surgió como alternativa el uso del embolsado. Consiste en recibir el algodón directamente de las maletas de los cosechadores en jaulas, ubicados en la cabecera de los surcos.

2.19. Manejo del algodón a granel mediante implementos neumáticos portátiles

Rembert” acoplado al tractor para su almacenamiento temporario a granel en galpón.

Carga a granel del algodón en camión y/o acoplando una jaula mediante el mismo implemento, para su transporte a desmontadora.

Presenta las siguientes ventajas: elimina el empleo de bolsas; la utilización del implemento neumático permite obtener algodón más esponjosos y limpios lográndose mejoras en la tipificación y mayores rendimientos en el desmonte; al suprimirse el manipuleo de las bolsas en las desmotadoras se reducen costos y aumenta la eficiencia de descarga.

2.20. Manejo del algodón a granel, en módulos

El empleo de la cosecha mecánica conduce a la concentración de producto cosechado en un corto plazo de tiempo y agravado por la capacidad de almacenamiento en la granja. Este problema se solucionó con el sistema de manejo, almacenamiento y transporte del algodón a granel por medio de “módulos”. El sistema tiene las siguientes características:

- Permite que la operación de cosecha sea un proceso independiente del desmote
- El algodón es compactado por un dispositivo especial a una densidad de 192 a 224 kg/m

- Los módulos pueden almacenar entre 10 a 20 toneladas de algodón y son elaborados en la cabecera de los surcos.
- Se los transporta a desmotadora mediante camiones y/o acoplados especiales.
- Se necesita un dispositivo “fabricador de módulos” y el acoplado o camión para su transporte.

2.21. Clasificación del Algodón

La clasificación se usa para determinar la calidad de la fibra en términos de grado, longitud y micronaire. La clasificación específicamente identifica las características de la longitud de la fibra, uniformidad de la longitud, resistencia, micronaire, color, preparación e impurezas. Se han usado dos métodos de clasificación, uno de tipo manual y otro 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) (CONASIPA A.C., 2010).

2.21.1. Longitud de la fibra

La longitud es una característica fundamental para la industria, el algodón de fibra más larga proporciona mayor resistencia que los de fibra corta y se pueden hilar en hilos más finos a partir de algodón de fibra larga.

2.21.2. Uniformidad de la longitud

En una muestra de algodón de una misma planta, existe gran variación en la longitud de las fibras individuales, por lo que para describir la *uniformidad* en la longitud de la fibra debe referirse a la frecuencia de ocurrencia de la longitud individual de cada fibra de la muestra.

2.21.3. Resistencia

La resistencia se mide como la fuerza necesaria para romper una unidad tex, esta unidad mide la masa lineal en gramos por 1,000 metros de fibra. La resistencia es un factor importante que influye en la resistencia del hilo, una fibra fuerte podrá ser sometida a tratamientos de limpieza y eliminación de materias extrañas sin sufrir excesivo daño.

Cuadro 4. Clasificación de la resistencia utilizando el índice Pressley.

| Interpretación | Valores |
|-----------------------|-------------------------------|
| Muy fuerte | Más de 95 mil (libras/pul2) |
| Fuerte | 86 mil-95 mil (libras/pul2) |
| Media | 76 mil-86 mil (libras/pul2) |
| Aceptable | 75 mil-76 mil (libras/pul2) |
| Débil | Menos de 75 mil (libras/pul2) |

2.21.4. Micronaire

El índice de micronaire señala la relación entre finura y madurez. La madurez de la fibra es una característica que afecta la apariencia del hilado debido al aumento del espesor celulósico de la pared secundaria de la fibra.

Cuadro 5. Clasificación del Índice de Micronaire.

| Interpretación | Valores |
|-----------------------|-------------------------------------|
| Muy fina | Menos de 3.0 (índice de micronaire) |
| Fina | De 3.0 a 3.9 |
| Intermedia | De 4.0 a 4.9 |
| Gruesa | De 5.0 a 5.9 |
| Muy gruesa | De 6.0 en adelante |

2.21.5. Color

El color se refiere a la graduación de la blancura del algodón. Cuando abren las cápsulas, el algodón es normalmente blanco, pero si permanecen demasiado tiempo expuestas, el algodón pierde brillo y se oscurece. La fibra también se puede decolorar por la acción de insectos, hongos, salpicaduras, etc. Un algodón brillante, cremoso y blanco está asociado con alta calidad. La designación más común es: blanco, ligeramente manchado, manchado, teñido y manchado de amarillo.

2.21.6. Preparación

La preparación describe el grado de suavidad o dureza con que el algodón ha sido desmontado, así como el contenido de neps y naps. Los neps son los pequeños nudos de fibras que se ven como puntos cuando el hilo se contrasta a la luz. Los naps son masas o grumos relativamente grandes de fibras enredadas, se forman por la presencia de humedad alta al momento de desmontar el algodón o cuando la recolección se ha realizado prematuramente.

2.21.7. Impurezas

El algodón se contamina por hojas y otras *impurezas* en el campo en la recolección. La cantidad de materia extraña presente en el algodón varía dependiendo de las condiciones de recolección y el proceso de secado y limpieza en el desmontado. La impureza es evaluada por el clasificador del algodón, el cual compara la muestra con patrones para hacer la determinación.

2.22. Cadena productiva del algodón

La cadena productiva de algodón se define como un conjunto de actividades económicas que se articulan secuencialmente, en todo el proceso de elaboración de un producto, desde la producción de materias primas, maquinaria y equipos, la obtención del producto final, hasta su distribución y comercialización. Se distinguen principalmente las fases de producción primaria, procesamiento industrial y distribución (SAGARPA, 2011).

2.22.1. Fase primaria

2.22.1.1. Producción

El proceso se inicia con la preparación del terreno, siembra, labores de riego, fertilización y control de plagas; pasando 6 meses se cosecha. La cosecha se hace en una o más recolecciones donde intervienen todo un grupo de cosechadores. El producto cosechado en esta fase es la semilla cubierta por una fibra blanca y suave, denominado algodón hueso.

2.22.1.2. Acopio

Existen centros de acopios locales donde los productores llevan su producción. El acopiador local hace una revisión de la producción entregada y pesada. Luego los mayoristas recogen la producción de las bodegas de los acopiadores locales, manejan mayores volúmenes y en algunos casos lo trasladan hasta el centro de acopio de la empresa.

2.22.2. Fase industrial

2.22.2.1. Procesamiento

El proceso de despepite es la separación mecánica de la fibra de algodón, de la semilla. La fibra obtenida del despepite se destina en su mayor parte como insumo de la industria textil. La fibra se embalada en fardos para ser vendida a la industria textil. El despepite se hace mediante un proceso mecánico-térmico-neumático.

Las despepitadoras tienen una serie de sierras metálicas circulares con dientes especialmente diseñados para este trabajo. Hay máquinas de cepillo y máquinas de cañón de aire. Algunas empresas despepitadoras no solo se dedican a procesar y comercializar la fibra, sino que también juegan un papel importante en la producción de algodón, ya que otorgan financiamiento a los agricultores para la producción.

Por su parte, la semilla es muy rica en aceite y proteínas, al triturarla se obtiene un excelente aceite comestible, una vez eliminado el gossypol (*pigmento tóxico que contiene la semilla*).

2.22.3. Fase de consumo

La fibra de algodón queda como insumo para las siguientes opciones:

- Hilado: utiliza la fibra de algodón para producir hilos e hilados.
- Tejido: tejidos de algodón.
- Confecciones: industria de prendas de vestir.

En la industria textil, la fibra pasa por un proceso de cardado y peinado, del cual se obtiene la mecha. Posteriormente, se da el proceso de hilandería, en donde se reducen la mecha al grado de finura, tensión y torsión conveniente. El

hilo se enrolla en conos y es enviado al proceso de teñido y tejido, de donde se obtiene la tela que finalmente será utilizada para la confección de prendas de vestir.

El aceite de algodón es un aceite de mesa, subproducto de la industria del algodón, es rico en ácidos grasos polisaturados y no contiene colesterol, por lo que una vez refinado y desodorizado se ocupa como uno de los aceites comestibles más puros en la cocina.

La pasta que resulta, luego de la extracción del aceite, se transforma en forraje destinado a la alimentación de los rumiantes (vacas, borregos), únicos animales capaces de hacer inocuo el gossypol durante la digestión.

La semilla de algodón es la segunda fuente mundial de proteína vegetal, por lo que es altamente aprovechada para la producción pecuaria.

2.23. Norma internacional

La ley de futuros de algodón de los Estados Unidos desde 1914 autorizó al Departamento de Agricultura de EE.EE. (USDA) para establecer normas físicas para determinar el color, la longitud, la fuerza y otras cualidades y propiedades del algodón.

Todas las mediciones del USDA son realizadas por instrumentos de alto volumen (HVI) patentado por Uster Technologies, una empresa líder en control calidad textil. Dada la aceptación internacional de las pruebas de HVI, en 1996 el Acuerdo Universal de las Normas de Algodón fue modificado para reconocer los Estándares Universales HVI de calibración de algodón y continúan siendo utilizados hasta la actualidad.

2.24. Normas nacionales

Las normas de calidad mexicana (NMX) que rigen en el algodón son instrumentos para identificar y medir las cualidades de esta fibra. Las Normas vigentes se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Normas de Calidad Mexicana que rigen en el algodón.

| Clave | Fecha | Descripción |
|-------------------------|------------|---|
| NMX-A-051-SCFI-2000 | 02/01/2001 | Producto agrícolas no industrializados para uso industrial- algodón para hilar (<i>Gossypium spp.</i>) |
| NMX-A-053-1994-INNTEX | 15/08/1996 | Método de prueba para la lectura de Micronaire de las fibras de algodón. |
| NMX-A-086-1965 | 12/01/1967 | Evaluar la apariencia de los hilados de algodón mediante patrones. |
| NMX-A-088-1994-INNTEX | 15/08/1996 | Método de prueba para determinar la longitud y la uniformidad de la longitud de las fibras de algodón, mediante el Fibrografo. |
| NMX-A-195-1979 | 13/11/1979 | Fibras cortas acrílicas para usos textiles, sistema algodono. |
| NMX-A-297/2-1996-INNTEX | 31/03/1997 | Tejidos adyacentes normales para pruebas de solidez del color. Especificaciones para el tejido adyacente normal de algodón y viscosa |
| NMX-A-310-1996-INNTEX | 31/03/1997 | Método de prueba para medir las características de la fibra de algodón, mediante el clasificador electrónico. Instrumento de alto volumen (H.V.I) |
| NMX-FF-088-SCFI-2008 | 26/03/2009 | Producto no industrializados para uso humano-oleaginosas-grano de algodón (<i>Gossypium ssp.</i>), especificaciones y métodos de prueba |

Fuente: SAGARPA

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del experimento

El experimento se estableció en el Rancho “El Rincón del Buitre” propiedad de la UAAAN y que se encuentra localizado en el Ejido El Retiro, Municipio de San Pedro, Coahuila. Ubicado entre los meridianos $25^{\circ} 49' 46.84$ latitud norte y $103^{\circ} 7' 0.85$ longitud oeste. Su altura media a nivel del mar es de 1,100 m.



3.2. Clima

El clima de esta región se considera seco, cálido y extremo alcanzando hasta 40° centígrados en verano y 5° a 7° en invierno. De tipo desértico con escasa humedad atmosférica, con vientos predominantes del noroeste. Con velocidad de 27 a 44 km/hr., la frecuencia de las heladas es de 20 a 40 días al año.

3.3. Precipitación

La precipitación media anual es de 240 milímetros, presentándose el periodo principal de lluvias durante el verano y el otoño.

3.4. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue bloques completamente al azar con 4 repeticiones.

3.5. Preparación del terreno

Se realizó un barbecho a una profundidad de 40 cm. Luego un rastreo con una rastra de discos. Para asegurar una mejor distribución del agua se realizó una nivelación con rayo laser. Posteriormente se hicieron las melgas a una distancia de 120 metros x 20 metros de ancho. Luego se realizaron los surcos con una separación de 75 cm entre surcos. Por último se construyeron los bordos sencillos a 80 centímetros de separación.

3.6. Siembra

Se sembró el día 15 de abril del 2011. Se utilizó una sembradora de precisión Gaspardo. El material genético utilizado para este trabajo de investigación fue la semilla de la variedad de algodón DP 0935. La distancia entre plantas fue de 10 cm, teniendo una densidad de plantación de 133,000 plantas/ha.

3.7. Riego

Se utilizó un sistema de riego superficial con válvulas alfileras, los riegos aplicados se presentan el cuadro 7.

Cuadro 7. Calendario de riego en el cultivo del algodón y láminas de riego aplicadas. UAAAN-UL 2011.

| Riego | Días después de la siembra | Láminas de riego aplicadas (cm) |
|-----------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Pre-siembra | 0 | 20 |
| 1er Auxilio | 55 | 15 |
| 2º Auxilio | 75 | 15 |
| 3er Auxilio | 95 | 15 |
| Lamina total de riego | | 65 |

3.8. Fertilización

La fórmula de fertilización utilizada para este experimento fue 180-60-00 recomendada por el Instituto Nacional De Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP). Los productos aplicados se presentan el cuadro 8.

Cuadro 8. Productos utilizados durante el experimento para la fertilización del cultivo del algodón. UAAAN-UL 2011.

| Productos | Cantidad utilizada (kg/ha) |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| MAP (11-52-00) | 150 |
| Sulfato de amonio (20.5-00-00) | 300 |

3.9. Plagas y enfermedades

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron muestreos con la finalidad de monitorear la presencia de plagas y enfermedades, pero no se encontraron.

3.10. Control de maleza

La maleza que se presentó en el cultivo fue el zacate Jhonson, zacate de agua o pinto, trompillo, quelite. Los productos utilizados para su control se presentan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Herbicidas aplicados durante el experimento para el control de malezas. UAAAN-UL 2011.

| Productos | Maleza | Dosis |
|------------------|----------------|----------------------|
| Faena | Zacate Jhonson | 500ml/20 lts de agua |
| Faena | Zacate de agua | 500ml/20 lts de agua |
| Faena | Trompillo | 500ml/20 lts de agua |
| Faena | Quelite | 500ml/20 lts de agua |

3.11. Cosecha

La cosecha se realizó el día 27 de septiembre del 2011 y se hizo mecánicamente. Se cosecho cuando había un 100% de bellotas abiertas.

3.12. Variables evaluadas

3.12.1. Altura de la planta

Se midieron 5 plantas con la ayuda de una cinta métrica, la medida se expresó en centímetros, estas plantas se tomaron completamente al azar.

3.12.2. Numero de capullos

Se obtuvo cuantificando el número de capullos por planta.

3.12.3. Peso de capullo

Se pesaron los capullos por planta y se determinó el peso promedio de los capullos (grs), utilizando para esto una báscula tipo analítica.

3.12.4. Rendimiento de algodón

El rendimiento se determinó considerando el número y peso promedio de los capullos de las 5 plantas muestreadas, en una superficie de 0.375 m² en los dos métodos de siembra. El cual posteriormente fue convertido a rendimiento por hectárea.

3.12.5. Eficiencia en uso de agua

La eficiencia en uso de agua se determinó dividiendo la producción de algodón (kg/ha) entre el volumen de agua aplicada (m³/ha).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de la planta

Los datos de altura de planta bajo la siembra en corrugaciones y plano se presentan en el cuadro 10. El análisis estadístico detectó diferencia entre los sistemas evaluados, por lo tanto la altura de la planta bajo ambos sistemas fue diferente, observándose una mayor altura de planta en la siembra en corrugaciones con 12.5 cm por 9.35 cm en plano. La altura de planta y número de nudos es de gran importancia para el uso de reguladores de crecimiento. El nudo donde se produce la primera floración está relacionado con la precocidad y consecuentemente con la producción (Monfardini, et al 2007).

4.2. Numero de capullos

En número de capullos el análisis estadístico no detectó diferencia significativa entre tratamientos, Cuadro 10. Por lo tanto el número de capullos por planta en corrugaciones fue similar al de las plantas en plano. Sin embargo se observó una tendencia a mayor número de capullos por planta en la siembra en plano con 92.5 por 81.75 en corrugaciones.

4.3. Peso de capullo

En el cuadro 10 se presenta el peso de capullo, el análisis estadístico no detectó diferencia significativa entre tratamientos. Observándose una mayor tendencia de peso de capullo en la siembra en corrugaciones con 4.65 gr por 4.44 gr en plano.

4.4. Rendimiento (ton/ha)

El rendimiento del algodón en los dos tratamientos se presenta en el cuadro 10. El análisis estadístico no detectó diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo se observó una mayor tendencia de producción de algodón en la siembra en plano con 10.93 ton/ha por 10.1 ton/ha en corrugaciones.

4.5. Eficiencia en uso de agua (kg/m³H₂O)

La eficiencia en uso de agua en los dos tratamientos se presenta en el cuadro 10. El análisis estadístico no detectó diferencia entre los sistemas evaluados, por lo tanto la eficiencia en uso de agua bajo ambos sistema fue similar, sin embargo se observa una mayor tendencia eficiencia en uso de agua en la siembra en corrugaciones con 1.55 kg/m³H₂O por 1.68 kg/m³H₂O en plano.

Cuadro 10. Altura de planta, numero de capullo, peso de capullo, rendimiento y eficiencia en uso de agua bajo dos métodos de siembra en el Rancho “El Rincón del Buitre”. UAAAN UL. 2011

| Tratamientos | Altura de planta | Numero de capullos | Peso de capullo | Rendimiento (ton/ha) | Eficiencia H ₂ O (kg/m ³ H ₂ O) |
|---------------------|------------------|--------------------|-----------------|----------------------|--|
| Corrugaciones | 12.95 a | 81.75 | 4.65 | 10.1 | 1.55 |
| Tradicional (plano) | 9.35 b | 92.5 | 4.44 | 10.93 | 1.68 |

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a lo observado se puede concluir que:

El método de siembra únicamente afecta a la altura de planta presentándose la mayor altura en el método de siembra por corrugaciones.

VI. LITERATURA CITADA

- Algodón. 2010. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). México, Df.
- Augstburger, F. B., Jörn, C. U. 2006. Guía del cultivo del algodón. Asociación Naturland. 1ª edición. P- 5-16.
- Augusto, B. C. 2008. Fertilización de algunos cultivos de clima cálido. San José del Guaviare, Colombia. 20 p.
- Cabañas, C. B., Galindo, G. G., Mena C. J., Medina, G. G. 2004. La siembra en surcos y en corrugaciones con pileteo en cebada maltera de temporal en Zacateca. Instituto Nacional De Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), Calera de V.R. Zacateca. 5-48 p.
- Comité Nacional Sistema Producto Algodón, A.C. 2010. Plan rector sistema producto algodón. 4- 53 p
- Espinoza, A. J. de J., Salinas, G. H., Orona, C. I., Palomo, R. M. 2009. Planeación de la investigación de la INIFAP en la Comarca Lagunera en base a la situación de mercado de los principales productos agrícolas de la región. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 24: 758-773.
- Enríquez, S. M., Segura, C. M. A., Preciado, R. P., Orozco, V. J.A., Yescas, C. P., Ávila, V. C. 2007. Producción de algodón en doble y triple hilera con riego por goteo subsuperficial. *TERRA Latinoamericana* 25:155-161.
- Estrada, T. O. O., Palomo, G. A., Espinoza, B. A., Rodríguez, H. S. A., Ruiz, T. N. A. 2008. Rendimiento y calidad de fibra del algodón cultivado en surcos ultra-estrechos. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 31 (3): 79 – 83.
- Fernández, A. H. 2001. Panorama económico del algodón en México, evolución de la siembra y la problemática del TCL en su comercialización. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 8: 190-201.

- Ferreira, G. 2006. Semilla de algodón en la alimentación de vacas lecheras, pero cuidado con los excesos. *Producir XXI*, Bs.As., 15(181):48-49.
- Hernández, H. A. Junio 2007. Monografía el cultivo del algodnero (*Gossypium hirsutum* L.) UAAAN-UL Torreón Coahuila.
- INFOAGRO, 2007. El cultivo del algodón. Consultado el 5 de octubre del 2011. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/algodon.htm>.
- Instituto Nacional De Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP). 2003. Paquete tecnológico de producción de cultivos. Estados Unidos Mexicanos, Gobierno Federal. 4 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2003. Paquetes técnicos para los cultivos del área de influencia del campo experimental Valle de Santo Domingo. Centro de investigación regional del noroeste Campo experimental valle de santo domingo, Baja California Sur. 117-130 p.
- Méndez, N. y Jesús, R. 2008. Efecto de dos densidades de población y dos niveles de fertilización sobre algunos caracteres vegetativos de tres cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en la sabana de Jusepín, Estado Monagas. *Revista Científica UDO Agrícola*. 1: 11-17.
- Méndez, N. J.R., Lara, L. G., Marín, J. A. 2007. Efecto del riego por goteo en el crecimiento Inicial de tres cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum* L.). *IDESIA* 25:7-15.
- Miranda, W. R. 2008. Caracterización de la producción del cultivo de algodnero (*Gossypium hirsutum*, L.) en la Comarca Lagunera. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 23: 696-705.

- Monfardini, R., Venialgo, C., Gutiérrez, N., Silva, L. 2005. Producción de Algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en Suelos de la Serie Cabral. Conservación y Manejo de Suelos. Facultad de Ciencias Agrarias. UNNE. 1-4 p.
- Navarro, R., Gutiérrez, M., Alfonzo, N., Piñango, L. 2010. Cultivo del algodón en las zonas de vega del río Orinoco y sus afluentes. Maracay, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 70 p
- Negrete, B. F. M., Morales, A. J. G., Martínez, R. L. F. 2009. Buenas prácticas agrícolas para el cultivo del algodón en el departamento de Córdoba. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 16 p.
- Orozco, V. J. A., Palomo, G. A., Gutiérrez, D. R. E., Espinoza, B. A. Hernández, H. V. 2007. Dosis de nitrógeno y su efecto en la producción y distribución de biomasa de algodón transgénico. *Terra Latinoamericana* 26: 29-35.
- Palomo, G. A., Gaytán, M. A., Godoy, A. S., 2006. Efecto de los riegos de auxilio y densidad de población en el rendimiento y calidad de la fibra del algodón. *TERRA Latinoamericana*. 19: 265-271.
- Quiñones, P. F. J. 2008. Guía para producir algodón en el valle de Mexicali, B.C. y San Luis rio Colorado, Sonora. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 3 p.
- Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2011. Monografías de cultivo, algodón. Estados Unidos Mexicanos, Gobierno Federal. 28 p.
- Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. Plan rector sistema producto algodón. Estados Unidos Mexicanos, Gobierno Federal. 28 p.

APÉNDICE

Apéndice 1.- Análisis de varianza para altura de la planta.

| Fuente | GL | SC | CM | F | P>F | Significativo |
|---------------|----|-------|-------|-------|--------|---------------|
| Tratamiento | 1 | 25.92 | 25.92 | 13.57 | 0.0103 | * |
| Error | 6 | 11.46 | 1.91 | | | |
| Total | 7 | 37.38 | | | | |
| CV = 12.39487 | | | | | | |

* Significativo

Apéndice 2.- Análisis de varianza para numero de capullos.

| Fuente | GL | SC | CM | F | P>F | Significativo |
|---------------|----|----------|---------|------|--------|---------------|
| Tratamiento | 1 | 231.125 | 231.125 | 1.77 | 0.2318 | NS |
| Error | 6 | 783.75 | 130.625 | | | |
| Total | 7 | 1014.875 | | | | |
| CV = 13.11808 | | | | | | |

NS = No Significativo

Apéndice 3.- Análisis de varianza para peso de capullo.

| Fuente | GL | SC | CM | F | P>F | Significativo |
|---------------|----|----------|----------|------|--------|---------------|
| Tratamiento | 1 | 0.0882 | 0.0882 | 1.32 | 0.2944 | NS |
| Error | 6 | 0.400974 | 0.066829 | | | |
| Total | 7 | 0.489174 | | | | |
| CV = 5.689734 | | | | | | |

NS = No Significativo

Apéndice 4.- Análisis de varianza para rendimiento (ton/ha) del algodón.

| Fuente | GL | SC | CM | F | P>F | Significativo |
|---------------|----|---------|------------|------|-------|---------------|
| Tratamiento | 1 | 1.36125 | 1.36125 | 1.20 | 0.316 | NS |
| Error | 6 | 6.8275 | 1.13791667 | | | |
| Total | 7 | 8.18875 | | | | |
| CV = 10.14727 | | | | | | |

NS = No Significativo

Apéndice 5.- Análisis de varianza para eficiencia en uso de agua ($\text{kg/m}^3\text{H}_2\text{O}$) del algodón.

| Fuente | GL | SC | CM | F | P>F | Significativo |
|---------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------|----------------------|
| Tratamiento | 1 | 0.03125 | 0.03125 | 1.19 | 0.3171 | NS |
| Error | 6 | 0.1575 | 0.02625 | | | |
| Total | 7 | 0.18875 | | | | |
| CV = 10.04766 | | | | | | |

NS = No Significativo