

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Características agronómicas de la variedad de algodónero FiberMax 2334GLT con tres y cuatro riegos de auxilio.

POR:

**EUGENIO ROQUE GUILLERMO**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Torreón, Coahuila, México  
Marzo, 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Características agronómicas de la variedad de algodónero FiberMax 2334GLT con tres y cuatro riegos de auxilio.

POR:

**EUGENIO ROQUE GUILLERMO**

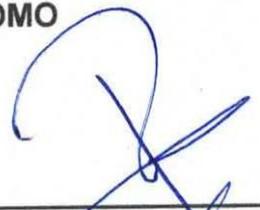
**TESIS**

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Aprobada por:

  
\_\_\_\_\_  
Ph. D. Salvador Godoy Ávila  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Ricardo Covarrubias Castro  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
ING. Heriberto Quirarte Ramírez  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
DR. Arturo Gaytán Mascorro  
Vocal suplente

  
\_\_\_\_\_  
DR. Isaías de la Cruz Álvarez  
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México  
Marzo, 2021

Universidad Autónoma Agraria  
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Características agronómicas de la variedad de algodónero FiberMax 2334GLT con tres y cuatro riegos de auxilio.

POR:

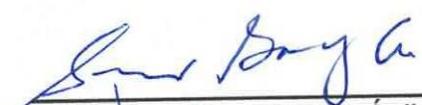
**EUGENIO ROQUE GUILLERMO**

TESIS

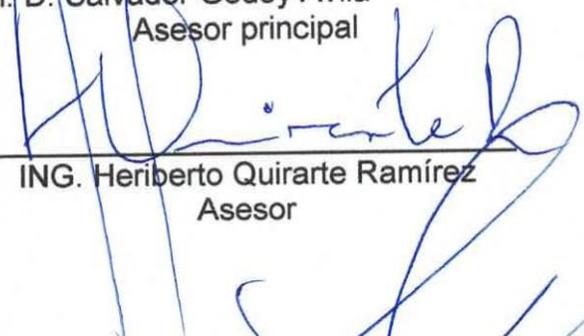
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

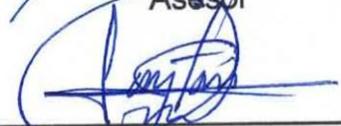
**INGENIERO AGRÓNOMO**

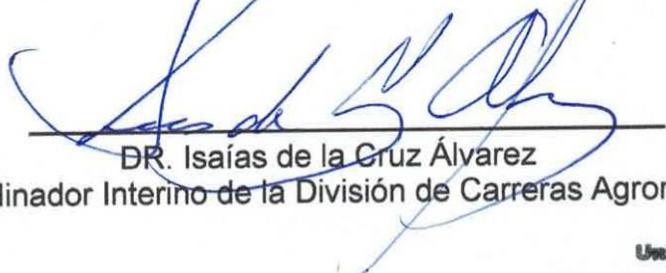
Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
Ph. D. Salvador Godoy Ávila  
Asesor principal

  
M.C. Ricardo Covarrubias Castro  
Asesor

  
ING. Heriberto Quirarte Ramírez  
Asesor

  
DR. Arturo Gaytán Mascorro  
Asesor

  
DR. Isaías de la Cruz Álvarez  
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México  
Marzo, 2021

Universidad Autónoma Agraria  
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

## AGRADECIMIENTOS

**A mis padres**, Fausto Roque Secundino y Florentina Guillermo Roque por haberme regalado la vida y por la crianza que me dieron, por haber depositado su confianza en mí y por los consejos que me han brindado cada día de mi vida para que siga avanzando hacia, el camino del éxito.

**A mis hermanos**, Maximina, Bernarda, Adelfo, Getrudis, María Isabel, Mirna, Inovelía, Selena, Marlenne y Jorge, por contar con su apoyo cuando más lo necesité durante este periodo de mi formación profesional, y que aún lo siguen haciendo.

**A mi alma mater**, por brindarme las herramientas necesarias para seguir el sendero de la vida y así poderme enfrentarme en el campo laboral.

**A mis abuelos**, por sus sabios consejos que me han brindado y por sus grandes ejemplos que me han demostrado a través del tiempo.

**A mis asesores**, Ph. D.: Salvador Godoy Ávila, M. C.: Heriberto Quirarte Ramírez, Dr.: Arturo Gaytán Mascorro y el M.C.: Ricardo Covarrubias Castro, por haber permitido que se llevara a cabo este proyecto de investigación y por toda su colaboración que aportaron para la redacción de este trabajo.

**A mi amigo**, Víctor Casiano Victoriano, por el apoyo que me brindó durante mi formación.

## DEDICATORIA

**A mis padres,** Fausto Roque Secundino y Florentina Guillermo Roque, por haberme regalado la vida y por la crianza que me dieron, por haber depositado su confianza en mí y por los consejos que me han brindado cada día de mi vida para que siga avanzando hacia el camino del éxito, les agradezco infinitamente por darme la dicha de ser un hombre de buenos principios y sobre todo las cosas que me han regalado, algo que jamás podrán quitarme en la vida; “el estudio que me dieron y que siempre soñaron”.

## RESUMEN

El presente estudio fue realizado en el año 2017 en el Rancho El Retiro propiedad de la UAAAN – UL. Fue evaluada la respuesta de la variedad de algodón transgénico FiberMax 2334GLT a la aplicación de tres y cuatro riegos de auxilio. El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones. Fueron registrados los componentes del rendimiento: peso de capullo, porcentaje de fibra, porcentaje de semilla, índice de semilla y número de capullos por planta; rendimiento de algodón hueso (kg/ha) y rendimiento de algodón pluma (kg/ha). En calidad de fibra ha sido registrado: longitud, resistencia, finura e índice de uniformidad.

La hipótesis planteada fue que la aplicación de tres riegos de auxilios conduce a la obtención de los mismos resultados que con cuatro riegos de auxilios. La parcela útil de cada tratamiento fue de dos surcos centrales de tres metros de longitud y la distancia entre hileras fue de 0.75 metros obteniendo un área de 4.5 metros cuadrados. El rendimiento por tratamiento se estimó con los resultados de la cosecha de las plantas de la parcela útil los cuales fueron transformados a kg/ha. Para evaluar el efecto de los tratamientos en los componentes de rendimiento, se colectaron muestras de 20 capullos al azar en la parcela total de cada tratamiento; posteriormente en el laboratorio se obtuvo el porcentaje de fibra y semilla, así como el índice de semilla; la calidad de fibra se determinó en el laboratorio de análisis de fibra ubicado en el Campo experimental de Matamoros, Coahuila, sede del Centro de Investigación Centro Norte del INIFAP. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS y así determinar los valores significativos de cada una de las variables del experimento. Los componentes del rendimiento fueron; peso del capullo 5.23 y 5.55, porcentaje de fibra 46.32 y 45.55, porcentaje de semillas 51.55 y 51.50, estas variables no mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos, en el índice de semilla si hubo diferencia significativa para el factor bajo evaluación 8.82 en tres riegos de auxilio y 9.30 para cuatro riegos de auxilio. En los rendimientos de algodón hueso, se obtuvo: 5,915 y 6,031 kg/ha, para tres y cuatro auxilios, respectivamente; en cuanto al rendimiento de algodón pluma se obtuvo 2,735 y 2,749 kg/ha, no encontrando diferencia estadísticas

para estos valores y el hecho de aumentar el cuarto auxilio se obtuvo una mínima diferencia en el incremento de la producción de 14 kg, por lo que no es conveniente aplicar el cuarto riego de auxilio al menos con los resultados preliminares obtenidos en este estudio.

Para las variables de la calidad de fibra los resultados no fueron significativos para el factor bajo evaluación, pero se encuentran por arriba a los requisitos que exige la industria textil.

**Palabras clave:** Transgénica, Riegos, Rendimiento, Fibra, Tratamiento

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIA .....	ii
RESUMEN .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	v
ÍNDICE DE CUADROS .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Objetivo .....	2
1.2 Hipótesis .....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1 El cultivo del algodón .....	3
2.2 Importancia económica .....	3
2.3 Clasificación taxonómica .....	4
2.4 Morfología del algodón .....	5
2.5 Paquete tecnológico .....	5
2.5.1 Variedad (primera innovación) .....	6
2.5.2 Época de siembra .....	6
2.5.3 Método y densidad de siembra (segunda y tercera innovación) .....	6
2.5.4 Riegos (cuarta y quinta innovación) .....	7
2.5.5 Fertilización (sexta innovación) .....	7
2.5.6 Manejo integrado de maleza (séptima innovación) .....	7
2.6 Exigencia del cultivo .....	8
2.6.1 Temperatura .....	8
2.6.2 Luz .....	8
2.6.3 Requerimiento del suelo .....	8
2.6.4 Preparación del terreno .....	9
2.6.5 Subsuelo .....	9
2.6.6 Barbecho .....	10
2.6.7 Rastro .....	10
2.6.8 Nivelación .....	10

2.6.9 Surcado.....	10
2.6.10 Bordeo .....	11
2.7 Riegos .....	11
2.8 Rendimiento .....	12
2.9 Calidad de fibra .....	12
2.10 Longitud de fibra .....	12
2.11 Resistencia de fibra .....	13
2.12 Finura de la fibra .....	13
2.13 Uniformidad de la fibra .....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera .....	14
3.2 Aspectos climatológicos.....	14
3.2.1 Clima .....	14
3.2.2 Temperatura.....	15
3.2.3 Precipitación.....	15
3.3 Localización del experimento .....	15
3.4 Preparación del terreno.....	15
3.4.1 Riegos para la siembra .....	16
3.4.2 Cultivo para siembra .....	16
3.5 Siembra y fertilización .....	16
3.6 Uan 28.....	17
3.7 Variedad y densidad de siembra .....	17
3.8 Riegos de auxilio .....	18
3.9 Control de maleza en el cultivo.....	18
3.10 Control de plagas .....	19
3.11 Defoliación .....	20
3.12 Cosecha del algodnero .....	20
3.13 Diseño experimental y tamaño de la parcela para cada tratamiento y de la parcela útil.....	21
3.14 Tratamientos ensayados en el experimento .....	21
3.15 Componentes del rendimiento .....	21
3.15.1 Peso del capullo .....	22

3.15.2	Números de capullos por planta .....	22
3.15.3	Porcentaje de fibra .....	22
3.15.4	Porcentaje de semilla .....	23
3.15.5	Índice de semilla .....	23
3.16	Rendimiento algodón hueso (kg/ha) .....	23
3.17	Rendimiento algodón pluma (kg/ha) .....	24
3.18	Calidad de fibra .....	25
3.18.1	Longitud de fibra.....	25
3.18.2	Resistencia de la fibra .....	26
3.18.3	Finura (Micronaire) de fibra .....	26
3.18.4	Uniformidad de fibra .....	27
3.19	Análisis estadístico .....	27
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION .....	28
4.1	Componentes del rendimiento .....	28
4.1.1	Peso del capullo .....	28
4.1.2	Capullos por planta .....	28
4.1.3	Porcentaje de fibra .....	29
4.1.4	Porcentaje de semilla .....	30
4.1.5	Índice de semilla .....	30
4.2	Rendimiento de algodón hueso kg/ha .....	31
4.3-	Rendimiento de algodón pluma kg/ha .....	31
4.4	Calidad de fibra .....	32
4.4.1	Longitud de fibra.....	32
4.4.2	Resistencia de fibra .....	33
4.4.3	Finura de fibra (micronaire) .....	33
4.4.4	Uniformidad de fibra.....	34
4.5	Discusión .....	35
V.	CONCLUSION.....	36
VI.	BILBIOGRAFIA.....	37

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Época de aplicación, y fertilizantes, utilizados en el cultivo del algodón en el tratamiento de tres riegos de auxilio. UAAAN-UL. 2017. ....	17
Cuadro 2. Época de aplicación y fertilizantes, utilizados en el cultivo del algodón en el tratamiento de cuatro riegos de auxilio. UAAAN-UL. 2017. ....	17
Cuadro 3. Calendario de riegos y días en que se aplicaron UAAAN-UL. 2017.	18
Cuadro 4. Herbicida y época de aplicación en el cultivo del algodón UAAAN-UL. 2017. ....	19
Cuadro 5. Principales plagas que se presentaron en el cultivo del algodón y su control. UAAAN – UL. 2017. ....	19
Cuadro 6. Productos utilizados para la defoliación en el algodón, UAAAN–UL. 2017. ....	20
Cuadro 7. Tratamientos, dosis de fertilización y número de riegos aplicados en el experimento UAAAN – UL. 2017. ....	21
Cuadro 8. Interpretación de los resultados del análisis de Longitud por el método de USTER® HVI 1000. ....	25
Cuadro 9. Interpretación de los resultados del análisis de Resistencia por el método de USTER® HVI 1000. ....	26
Cuadro 10. Interpretación de los resultados del análisis de Micronaire por el método de USTER® HVI 1000. ....	27
Cuadro 11. Interpretación de la uniformidad de la fibra por el método de USTER® HVI 1000. ....	27
Cuadro 12. Componentes del rendimiento para tratamientos de riego en la UAAAN – UL. 2017. ....	29
Cuadro 13. Rendimiento de algodón hueso y pluma kg/ha, para tratamientos de tres y cuatro de auxilios en la UAAAN – UL 2017. ....	32
Cuadro 14. Calidad de fibra del algodón de dos tratamientos; tres y cuatro riegos de auxilios. UAAAN – UL, 2017. ....	34

## I. INTRODUCCIÓN

En el año 2018 se cosecharon 33,420,335 hectáreas de cultivo de algodón a nivel mundial, obteniendo una producción de 71,029,358 millones de toneladas de algodón hueso; los principales países más productores fueron; China: 17,711,962, India: con 14,657,000, Estados Unidos: 11,429,937, Brasil: 4,956,044, Pakistán: 4,828,439, Turquía: 2,570,000, Australia: 2,500,000, Uzbekistán: 2,293,039, y México: 1,162,603, toneladas, sumando un total del 87% de la producción global en una superficie de 25,841,543 hectáreas (FAOSTAT 2020).

México tiene dos ciclos de producción, el primero es el de otoño – invierno, cuyo aporte a la producción nacional es insignificante, ya que sólo participa el estado de Tamaulipas. Por otra parte, está el ciclo primavera – verano, el más importante y en el cual intervienen los estados de Sonora, Baja California, Chihuahua, Tamaulipas, Durango y Coahuila, que en conjunto concentran prácticamente el 100% de la producción nacional en una superficie de 440,579.73 hectáreas y se obtuvo una producción de 1, 162, 602.66 toneladas, obteniendo un rendimiento promedio de 4.83 toneladas por hectárea en algodón hueso. En la Región Lagunera se producen 84,003 toneladas en una superficie de 17,805 hectáreas (SIAP 2018).

La siembra de algodón en surcos ultra-estrechos (0.30 y 0.50 metro entre hileras), rinden 10 y 26% más que los convencionales (0.75 metro o más de separación entre hileras) El concepto de surcos ultra-estrechos se remonta a 1920, cuando el objetivo era, como lo es también ahora, reducir los costos de producción, pues se pueden eliminar de dos a tres pasos de maquinaria, ya que el follaje cubre más rápidamente el suelo, disminuye la competencia con la maleza, además de reducir en 12 días el ciclo del cultivo Gerik *et al.*, (1998) citado por Estrada *et al.*, (2008). Esto implica que la siembra de variedades convencionales permiten un ahorro en el costo de la semilla, cuyo envase de 22.5

kg es mil pesos más barata que la semilla transgénica. Las variedades convencionales, CIAN Precoz y Fiber Max832, y las variedades transgénicas tienen el mismo potencial de rendimiento y presentan buena calidad de fibra Estrada *et al.*, (2008).

Las variedades de algodón de ciclo largo y frondoso requieren de altas cantidades de agua, fertilizantes, insecticidas para mostrar su potencial productivo, aunque sus ramas fructíferas son cortas, la planta tiene un desarrollo vegetativo muy alto y hojas más grandes Palomo *et al.*, (2000).

Este trabajo se realizó con la finalidad de aumentar el rendimiento de algodón hueso y pluma, aplicando cuatro riegos en lugar de tres como se ha estado manejando actualmente el cultivo del algodón, de tal manera verificar si la calidad de fibra del algodón no se verá afectada bajo el factor de evaluación.

### **1.1 Objetivo**

1.- Evaluar el comportamiento agronómico de la variedad FiberMax 2334GLT con tres y cuatro riegos de auxilios.

### **1.2 Hipótesis**

Ho: La aplicación de tres riegos de auxilios conduce a la obtención de los mismos resultados que con cuatro riegos de auxilios.

Ha: Con la aplicación de cuatro riegos de auxilio se incrementa la producción de algodón hueso por arriba de los 4 800 kg/ha.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 El cultivo del algodónero

El algodón es considerado el producto agrícola no alimentario de mayor importancia en el mundo y es uno de los cultivos más antiguos en la historia de la humanidad. En México la producción de algodón representa una oportunidad de crecimiento para la economía del país ya que el producto es de alto consumo en el sector industrial, sin embargo, debe destacarse que a riesgo de desaparecer, el cultivo ha retomado fuerzas gracias a la introducción de innovaciones tecnológicas (Solleiro y Mejía 2016).

### 2.2 Importancia económica

Hasta los años 1940 -1950, el algodónero fue el cultivo tradicional de La Laguna y durante muchos años fue casi un monocultivo llegándose a sembrar hasta 100,000 hectáreas por ciclo. Sin embargo en el año 1990 hubo una disminución en la superficie sembrada debido a la caída del precio internacional y a los altos costos del cultivo. Para los ciclos agrícolas de 1992 y 1993, prácticamente se abandonó en la Región Lagunera la siembra de algodónero, ya que en el ciclo anterior fue incosteable su establecimiento habiéndose registrado fuertes pérdidas tanto para productores como para la banca privada y sobre todo la banca de desarrollo. En 1991, por ejemplo, de cada peso que se otorgó en crédito de avío, el Banrural solo recuperó alrededor de \$ 0.20 (veinte) centavos en términos reales. El principal país productor de algodón en el mundo es Estados Unidos de Norteamérica. Para 1999, su producción fue cerca de 17 millones de pacas, con un consumo interno de poco más de 10 millones y una exportación de 6, 300,000 pacas. Por lo que respecta a nuestro país en 1999-2000, se produjeron alrededor de 600,000 pacas con un consumo de 2'400,000 y una

importación de cerca de 2 millones de pacas. Con referencia al subsidio que los EE.UU facilita la exportación de algodón americano a otras partes del mundo, al llegar a la industria textil con precios más bajos que el precio de referencia internacional, añadiendo plazos y facilidades de pago apoyados en el C.C.C. (Comodity Credit Corporation) Pérez *et al* 2001.

### 2.3 Clasificación taxonómica

Comúnmente se ha creído que el algodón pertenece a la familia de las malvas, o malváceas, en 1935, Edlin citado por Brown y Ware revisó la clasificación de ciertos grupos taxonómicos en el orden de las Malváceas, y transfirió la tribu Hibisceas, a la cual pertenece el *Gossypium*, a la familia de las Bombacáceas (Brown y Ware, 1961).

Reino: ..... Plantae

División: .....Magnoliophyta

Clase: ..... Magnoliopsida

Orden:..... Malvales

Familia: ..... Malvaceae

Género: ..... *Gossypium*

Especie:..... *hirsutum* L.

## 2.4 Morfología del algodónero

La planta de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) tiene un tallo erecto con ramificación regular, las hojas son pecioladas, de un color verde intenso, grandes y con los márgenes lobulados, están provistas de brácteas. Las flores son dialipétalas, grandes, solitarias y penduladas. 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. El fruto es una cápsula en forma ovoide con tres a cinco carpelos, que tienen seis a diez semillas cada uno, es de color verde durante su desarrollo y oscuro en el proceso de maduración. Las células epidérmicas de las semillas constituyen la fibra llamada algodón. La longitud desde alrededor de 7/8" (22,2 mm) hasta 1 5/16" (33,3 mm) y el calibre, entre 15 y 25 micras con un peso de 4 a 10 g; es una fibra vegetal natural de gran importancia económica como materia prima para la fabricación de tejidos y prendas de vestir USDA (1999).

## 2.5 Paquete tecnológico

Godoy (2015) propuso un paquete tecnológico para el algodónero en la Comarca Lagunera, donde se pretende actualizar el calendario de riego para el cultivo del algodón, y propone aplicar cuatro riegos de auxilio en lugar de tres como se ha estado manejando tradicionalmente, esto se hará con la finalidad de aumentar el rendimiento de algodón hueso con nuevas variedades transgénicas ya que el rendimiento es lo más importante para el productor y así obtener mejores ganancias en el momento de sus ventas del algodón pluma (Godoy 2015).

### **2.5.1 Variedad (primera innovación)**

Para el 2017 la variedad utilizada fue: tipo FiberMax 2334 (resistente a plagas y tolerante al glifosato). Godoy 2017.

El cambio de una variedad es una decisión que puede dar resultados diferentes en los mismos sectores de producción y de la industria textil. La variedad es importante porque determina prácticamente todos los parámetros de calidad de la fibra; pero son las condiciones en las que se desarrollará el cultivo, las que determinaran si el algodón alcanzará o no todo su potencial. (Reyes (2014).

### **2.5.2 Época de siembra**

La época óptima recomendada para iniciar la siembra del algodón de alta productividad será del 5 al 20 de abril, la siembra debe realizarse a más tardar el día siguiente de que fue cultivada la tierra (Godoy 2015).

### **2.5.3 Método y densidad de siembra (segunda y tercera innovación)**

Para la siembra se utilizará la semilla desbarrada químicamente a razón de 12 kg/ha en promedio. La siembra se hará en húmedo, se recomienda sembrar con distanciamiento entre hileras de 0.75 m dejando una semilla cada 11 cm para tener una población aproximada de 100, 000 a 120, 000 plantas por hectárea, y a bordos sencillos (Godoy 2017).

#### **2.5.4 Riegos (cuarta y quinta innovación)**

La distribución y número de riegos será la siguiente: un riego de pre siembra con lámina de 20 cm y cuatro riegos de auxilio con lámina de 12 cm cada uno; el riego de pre siembra se aplica con toda anticipación en el mes de marzo para que la tierra dé “punto” dentro de la época óptima para la siembra, y los riegos de auxilio son aplicados de acuerdo con el calendario que se indica en el cuadro 3 (Godoy 2017).

#### **2.5.5 Fertilización (sexta innovación)**

Se aplicará la fórmula de fertilización 150-50-00, la cual varía dependiendo únicamente del cultivo y de la fertilización de un ciclo anterior. La cantidad de Nitrógeno indicado se aplica todo al momento de la siembra. Solamente en el caso de suelos muy arcillosos se debe aplicar las dos terceras partes a la siembra y el resto inmediatamente antes del primer auxilio. En el caso del Fósforo, éste debe aplicarse todo al momento de la siembra (Godoy 2017).

#### **2.5.6 Manejo integrado de maleza (séptima innovación)**

Con el uso de variedades transgénicas resistentes al herbicida Glifosato, el control de las hierbas se ha vuelto una práctica relativamente fácil, ya que tan solo aplicar el mencionado herbicida se puede controlar cualquier hierba con una dosis de cuatro litros por hectárea Godoy 2017.

## **2.6 Exigencia del cultivo**

### **2.6.1 Temperatura**

Permite determinar la época de siembra y la duración de la campaña agrícola. Influye directamente en la tasa de crecimiento de la planta hasta cierto límite. El algodón muere en su desarrollo con temperaturas por debajo de los 12°C. Se desarrolla sin problemas en el rango de 15.5°C a 38°C. La eficacia fotosintética más alta se da entre los 23°C y 32°C. El algodón necesita temperaturas distintas de día y de noche. Un crecimiento óptimo se consigue con promedios de temperatura de 21°C a 28°C (Reyes, 2014).

### **2.6.2 Luz**

La luz es importante durante la primera fase de su crecimiento y en plena floración. Es un factor limitante de la producción de algodón por los días cortos, la intensidad de la radiación solar influye en la fotosíntesis de la planta. Cuando las horas luz son cortas, en interacción con determinadas condiciones de temperatura y humedad en el suelo, se estimula el crecimiento vegetativo provocando la caída de órganos reproductivos: botones y bellotas tiernas. Los días cortos también impide que la cápsula llegue hasta su maduración completa; por lo tanto, que la longitud y el diámetro de la fibra disminuyen (Reyes, 2014).

### **2.6.3 Requerimiento del suelo**

Los mejores suelos para el cultivo son aquellos que presentan una buena aireación, adecuada retención del agua y ricos en materia orgánica. Por esta razón, los suelos de tipo arenoso no son recomendables porque no retienen el

nivel de humedad requerido para el desarrollo de la planta; mientras que los de tipo arcilloso dificultan la germinación de la planta e incluso son causantes de enfermedades (Conacyt, 2019). Los suelos más apropiados para el cultivo del algodón deben ser francos o franco arcilloso, mejor si son franco-limoso, profundos, retentivos, con buen drenaje, buen suministro de materia orgánica y sin problemas de sales (Reyes, 2014). Las características físicas de los suelos de la Región Laguna, las predominantes son los suelos francos, aunque en combinación con franco arenoso, franco arcillo arenoso y franco arcillosa (Hernández *et al.*, 2013).

#### **2.6.4 Preparación del terreno**

La finalidad de la preparación del terreno es favorecer un medio óptimo para la germinación de la semilla y el desarrollo radicular de la planta; esto se logra realizando las siguientes prácticas (Herrera, 2010).

#### **2.6.5 Subsuelo**

Esta práctica deberá hacerse en aquellos terrenos de suelo medio y pesado con piso de arado, de preferencia cada dos años y a una profundidad de 50 centímetros como medida para lograr una mayor penetración del aire y del agua de riego a la zona radicular de la planta (Herrera, 2010).

### **2.6.6 Barbecho**

Barbechar a una profundidad mínima de 30 centímetros inmediatamente después de la cosecha anterior, esta labor permite una buena aireación del suelo, la exposición de los insectos invernantes a la intemperie, la incorporación de los residuos vegetales para un mejor desarrollo radicular del cultivo (Herrera, 2010).

### **2.6.7 Rastreo**

Una vez que el terreno haya sido barbechado, es necesario efectuar uno o dos pasos de rastra de discos para desmoronar los terrenos que hayan quedado en el terreno y formar una buena cama de siembra (Herrera, 2010).

### **2.6.8 Nivelación**

Esta práctica facilita la concentración uniforme de los riegos y evita los encharcamientos que causan pudriciones a la semilla o a las plántulas. Efectuar la nivelación con "landplane" y si el terreno está muy desnivelado realizar movimientos de tierra (Herrera, 2010).

### **2.6.9 Surcado**

Se sugiere surcar a 92 centímetros o un metro de separación. Para el caso de siembras en surcos angostos surcar a 81 centímetros (Herrera, 2010).

### **2.6.10 Bordeo**

Para facilitar el manejo del agua de riego se recomienda hacer melgas, trazando los bordos cada 20 o 24 surcos; esta labor puede omitirse si se tiene una buena nivelación (Herrera, 2010).

## **2.7 Riegos**

El cultivo del algodón es muy importante en la economía nacional; sin embargo, el factor limitante de producción es el agua, ya que el exceso o déficit de la humedad del suelo tiene un proceso aleatorio en cuanto a la cantidad y distribución de los riegos. El algodón es sensible a las condiciones de humedad extrema y déficit de humedad en el suelo por eso es importante que el agricultor conozca el uso y manejo del agua en forma adecuada (Rojas 1985).

Los mayores requerimientos hídricos ocurren entre los 40 y los 100 días de edad del cultivo, con valores máximo de 5.33 mm/día, y 5.41 mm/día de los 40 a 80 días después de la emergencia, que corresponde al periodo en el que el algodón produce la mayor cantidad de flores y cápsulas (Caicedo, 1999).

El último riego debe aplicarse si la humedad del suelo modelada no llega al punto de marchitez permanente. Para cosecha se puede tomar un criterio del 80 por ciento de bellotas abiertas con la cual esta calendarización tendría validez ya que disminuiría la cantidad de agua por aportar y el estrés hídrico al momento de la cosecha. Si el modelo recomienda aplicar el último riego con un valor mayor a los 1800 grados días acumulados se debe tomar en cuenta el mes de siembra ya que si al final del ciclo aumenta la evapotranspiración del cultivo, el abatimiento de la humedad del suelo será más rápido (Sifuentes *et al.*, 2014).

## **2.8 Rendimiento**

Es normal obtener diferentes rendimientos a través de los años por causas como: diferencias en las condiciones climatológicas prevalecientes durante el ciclo del cultivo, calidad del suelo y manejo del mismo. Una de las posibles causas de las diferencias en rendimiento es la temperatura según lo indican las unidades calor (UC) acumuladas desde la siembra hasta la cosecha, a medida que aumentó la cantidad de UC acumuladas, disminuyó el rendimiento (Palomo *et al.*, 2004).

## **2.9 Calidad de fibra**

La calidad de la fibra depende de las condiciones ambientales prevalecientes durante el periodo de crecimiento de la bellota. En años con altas temperaturas se obtiene fibra con menor longitud y resistencia pero de mayor grosor (Palomo *et al.*, 2001). Citado por Estrada *et al.*, (2008).

## **2.10 Longitud de fibra**

Es el promedio de las fibras más largas, y se expresan en milímetros. De acuerdo a esta apreciación existen las siguientes longitudes; Cuadro 8 (Sión, 1992).

### **2.11 Resistencia de fibra**

Es la fuerza a la tensión que se manifiesta por el ángulo de las fibras de celulosa en las capas centrales de la fibra. Los valores referenciales se expresan en gr/tex. Cuadro 9. (Sión, 1992).

### **2.12 Finura de la fibra**

Depende del espesor y perímetros de las paredes de la fibra. Cuanto más finas son, mayor número de fibra entraran en el hilado, influyendo también en su resistencia. Las medidas para su interpretación son en Micronaire. Cuadro 10. (Sión, 1992).

### **2.13 Uniformidad de la fibra**

Es la variación en la longitud de la fibra en una muestra de algodón. Su valor radica en cuanto más uniforme sea, menos será el porcentaje de desperdicios en la industrialización. La escala se utiliza en porcentaje. Cuadro 11. (Sión, 1992).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se encuentra localizada en la parte norte – centro de México, entre los meridianos 102° 22´ y 104° 47´ longitud oeste, y los paralelos 24° 22´ y 26° 23´ latitud norte; colinda al norte con el estado de Chihuahua y los municipios de Sierra Mojada y Cuatro Ciénegas del Estado de Coahuila, al oeste con el municipio de Indé y Villa Hidalgo del estado de Durango, al sureste con Zacatecas y al este, con el municipio de Parras, Coahuila (García 2004,). La altura media sobre el nivel del mar es de 1,200 metros, su topografía es en término general plana y pendientes suaves, que varían de 0.2 a 1 m/km, generalmente hacia el norte y noreste (Miranda, 2008).

La región comprende quince municipios, diez de los cuales pertenecen al Estado de Durango (Lerdo, Gómez Palacio, Mapimí, Nazas, Rodeo, Tlahualilo de Zaragoza, General Simón Bolívar, San Juan de Guadalupe, San Luis del Cordero y San Pedro del Gallo) y cinco pertenecen al Estado de Coahuila (Matamoros, San Pedro de las Colonias, Torreón, Viesca, y Francisco I. Madero (SAGARPA, 2009).

#### 3.2 Aspectos climatológicos

##### 3.2.1 Clima

El clima de la Comarca Lagunera según la clasificación de Koppen modificada por García, es de tipo muy seco o desértico, semicálido con un invierno fresco (Miranda, 2008).

### **3.2.2 Temperatura**

La temperatura media anual es de alrededor de 20°C alcanzando una temperatura máxima extrema de 42°C en el verano y una temperatura mínima extrema de -7°C durante el invierno (Miranda, 2008).

### **3.2.3 Precipitación**

Su precipitación media anual es de alrededor de 220 mm, presentándose el periodo principal de lluvias durante el verano y el otoño (Miranda, 2008).

## **3.3 Localización del experimento**

El estudio se realizó en la localidad del rancho El Retiro, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, ubicado a 6.5 km en la carretera de Concordia a Sofía, colindando con el Rancho de la Empresa de Hortalizas de la Laguna.

## **3.4 Preparación del terreno**

Las labores culturales de la preparación del terreno se realizaron del 5 al 8 de febrero del 2017, para el establecimiento del cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum* L.), primero se realizó un barbecho a una profundidad de 35 cm, posteriormente se llevó a cabo el rastreo, así como también el paso de la escropa para nivelar el terreno, una vez nivelado se realizó la corrugación para establecer la siembra dejando una distancia de 0.75 metro entre hileras.

### **3.4.1 Riegos para la siembra**

El riego se llevó a cabo el día 21 de marzo del 2017, para poder sembrar cuando el terreno estuviera a capacidad de campo o a tierra venida, y las condiciones fueran favorables.

### **3.4.2 Cultivo para siembra**

La preparación del terreno para la siembra se llevó a cabo con la cultivadora de picos llamadas “lillingston”, con la finalidad de dar una mejor aireación y romper la capa superficial del suelo después del riego, dejándolo listo para la siembra.

### **3.5 Siembra y fertilización**

La siembra se realizó el día 12 de abril del 2017, con una sembradora de precisión, en corrugación y a tierra venida, con una distancia de 11 cm entre planta y planta considerando la distancia de 0.75 metro entre hileras; se calculó, una distribución de 121 212 semillas/ha, para obtener una población de 100 000 a 120 000 plantas/ha. La primera fertilización se realizó al momento de la siembra, mezclando dos fertilizantes, 300 kg de sulfato de amonio y 100 kg de Fosfato Monoamónico (Map); en la segunda fertilización se aplicó 20 litros de UAN 28/ha, este se aplicó con una máquina de precisión para aplicar fertilizante líquido, se llevó a cabo a los 51 días después de la siembra (DDS).

El 2 de mayo del 2017, a los 20 días después de la siembra, se cultivó la tierra con la maquina “rotovator” con el fin de cerrar grietas en el suelo para evitar la vaporización del agua y pérdida de humedad.

### 3.6 Uan 28

El fertilizante líquido UAN 28 (Urea – Nitrato de amonio) es relativamente simple de producir. Una solución caliente que contiene urea disuelta se mezcla con una solución caliente de nitrato de amonio para hacer un fertilizante líquido claro. La mitad del N proviene de la solución de urea y la otra mitad de la solución de nitrato de amonio.

**Cuadro 1.** Época de aplicación, y fertilizantes, utilizados en el cultivo del algodón en el tratamiento de tres riegos de auxilio. UAAAN-UL. 2017.

Fertilizantes	Dosis /ha	No. de aplicaciones	DDS*
Sulfato de amonio	300 kg	1	0
MAP	100 kg	1	0
Sulfato de amonio	300 kg	1	49

DDS\*= igual a días después de la siembra

**Cuadro 2.** Época de aplicación y fertilizantes, utilizados en el cultivo del algodón en el tratamiento de cuatro riegos de auxilio. UAAAN-UL. 2017.

Fertilizante	Dosis /ha	No. de aplicaciones	DDS*
Sulfato de amonio	300 kg	1	0
UAN 28	200 l	1	50

DDS\*= igual a días después de la siembra

### 3.7 Variedad y densidad de siembra

Se sembró la variedad transgénica FiberMax 2334GLT, donde el (23) indica el año de liberación, el (34) se refiere a la escala de madurez, que la ubica dentro de la clasificación intermedio tardío, la planta es de tipo arbustivo y hoja pubescente; FM2334GLT es una variedad que tiene el tamaño de la semilla más pequeña que ofrecen un alto potencial en el rendimiento.

### 3.8 Riegos de auxilio

En el siguiente Cuadro se muestra el calendario de riegos para el cultivo de algodón y la forma en que se aplicaron por gravedad.

**Cuadro 3.** Calendario de riegos y días en que se aplicaron UAAAN-UL. 2017

<b>Riegos</b>	<b>Fecha</b>	<b>DDS*</b>
Primer auxilio	3 de junio del 2017	50
Segundo auxilio	23 de junio del 2017	70
Tercer auxilio	13 de julio del 2017	90
Cuarto auxilio*	2 de agosto del 2017	110

DDS\* = igual a días después de la siembra

Cuarto auxilio\* = solo para el tratamiento 2

### 3.9 Control de maleza en el cultivo

Los principales problemas en competencia con el cultivo del algodón fueron las plantas arvenses, estas plantas se encuentran en constante lucha por nutrientes, luz, humedad, y espacio, por lo tanto se tuvo que hacer un control químico para evitar la competencia entre el cultivo y las plantas arvenses y las principales fueron; zacate Johnson (*Sorghum halepense* L.), zacate cadillo (*Xanthium strumarium* L.), así como correhuela (*Convolvulus arvensis* L.) y trompillo (*Solanum elaeagnifolium* L.) entre otras. Para su control se hicieron las siguientes aplicaciones con glifosato.

**Cuadro 4.** Herbicida y época de aplicación en el cultivo del algodón UAAAN. – UL. 2017.

Herbicida (i.a.)	Dosis (l/Ha)	Aplicaciones	DDS*
Glifosato	4	1	12*
Glifosato	4	1	31
Glifosato	4	1	68
Glifosato	4	1	116
Glifosato	4	1	134*

DDS\* = igual a días después de la siembra

12\* = a 12 días después de la siembra se realizó una aplicación de herbicida

134\* = a 134 días después de la siembra se realizó una aplicación de herbicida

### 3.10 Control de plagas

En todo cultivo las plagas son las que más les afecta durante su desarrollo o directamente en su producción, en el algodón las principales plagas son: el picudo del algodón (*Anthonomus grandis Boheman L.*), la mosquita blanca (*Bemisia tabaci L.*); para el picudo del algodón se realizaron ocho aplicaciones y dos para la mosquita blanca a continuación se muestra el cuadro 5 con los insecticidas utilizados.

**Cuadro 5.** Principales plagas que se presentaron en el cultivo del algodón y su control. UAAAN – UL. 2017.

Plagas	Insecticidas	Dosis (l/Ha)	Aplicaciones	DDS*
Picudo	Malathion	1	1	37
Picudo	Malathion	1	1	48
Picudo	Malathion	1	1	103
Picudo y mosquita blanca	Platino, Centurión	0.5+0.3	1	112
Picudo	Malathion	1	1	118
Picudo	Malathion	1	1	128
Picudo	Malathion	1	1	138
Picudo y mosquita blanca	Sivanto, Cipermetrina	0.5+0.5	1	141

DDS\* = igual a días después de la siembra

### 3.11 Defoliación

La defoliación es una práctica que se realiza antes de la cosecha, esto tiene como objetivo la senescencia o maduración de las hojas de la planta, y de esta manera se evita mezclas de basura con el algodón hueso al momento de la cosecha: la aplicación se realizó con avioneta cuando se tenía un aproximado de 70 a 80 % de bellotas abiertas utilizando los productos que se enlistan en el cuadro 6.

**Cuadro 6.** Productos utilizados para la defoliación en el algodónero, UAAAN–UL. 2017.

<b>Producto</b>	<b>Dosis (L/Ha)</b>	<b>DDS*</b>
DEF	1.6	150
DROPP	0.2	150
DEF	1.7	166
DROPP	0.250	166

DDS\* = igual a días después de la siembra

### 3.12 Cosecha del algodónero

La cosecha se realizó de forma manual considerando dos surcos de cada parcela útil, de tal manera que se marcaron tres metros de longitud y cada surco tenía una separación de 0.75 metro entre ambos. Después de cosechado la producción se pesó con una báscula para obtener el peso de la parcela útil y posteriormente calcular el rendimiento por hectárea.

### 3.13 Diseño experimental y tamaño de la parcela para cada tratamiento y de la parcela útil

Se compararon dos tratamientos con 4 repeticiones, los cuales se distribuyeron en un diseño de bloques al azar, por lo que el lote experimental comprendió un total de 8 parcelas, con 20 metros de ancho por 125 metros de longitud, para un área de 2,500 m<sup>2</sup> por parcela en cada tratamiento y repetición. La parcela útil fueron solo las 2 hileras centrales de 3 m de longitud con un área de 4.5 m<sup>2</sup>.

### 3.14 Tratamientos ensayados en el experimento

**Cuadro 7.** Tratamientos, dosis de fertilización y número de riegos aplicados en el experimento UAAAN – UL. 2017.

Tratamiento	Variedad	Fertilización	Número de riegos
Tres Riegos	FM2334 GLT	600 kg de sulfato de amonio + 100 kg de fosfato monoamónico (MAP)	3
Cuatro riegos	FM2334 GLT	300 kg de sulfato de amonio + 200 litros de UAN 28	4

### 3.15 Componentes del rendimiento

Es la cualidad intrínseca de la planta del algodón en este caso caracteres morfo fisiológicos que conforman uno de los puntos más importantes ya que nos ayudan a determinar el rendimiento final para predecir la producción obtenida por hectárea. Es analizar el rendimiento en términos de peso seco de los órganos cosechados del cultivo, por unidad de superficie, sin dejar a un lado el tema, sin duda importante, de la calidad del algodón cosechado.

### 3.15.1 Peso del capullo

Para obtener el peso del capullo se colectaron 20 capullos al azar en cada parcela, posteriormente esta muestra de 20 capullos se llevó al laboratorio para pesarlo y el peso final se dividió entre el número total de capullos colectados por cada muestra y así se obtuvo el peso del capullo representado en gramos.

### 3.15.2 Números de capullos por planta

Para obtener el número de capullos por planta se realizó lo siguiente: en la parcela útil se contaron todos los capullos, así como el número de plantas y el total de capullos se dividió entre el número de plantas obtenidas, de esta manera se determinó el número de capullos por planta.

### 3.15.3 Porcentaje de fibra

Para determinar el porcentaje de fibra se utilizó el peso de las muestras de los 20 capullos colectados que se utilizó para determinar el peso del capullo, este peso representa el 100%, a su vez esta muestra se despepitó separando la fibra de la semilla, ya separada la fibra se pesó y se multiplicó por el 100%, el resultado se dividió entre el peso total de la muestra cosechada.

Ejemplo:

Tratamiento 1: FiberMax 2334GLT de 3 riegos, de la repetición 1

Peso total de la muestra: 105.5 g, peso de fibra: 50.2 g

$$\% \text{ de fibra} = \frac{50.2 \text{ g} * 100\%}{105.5 \text{ g}} = 47.58 \%$$

### 3.15.4 Porcentaje de semilla

Para obtener el porcentaje de semilla se utilizan el mismo peso de las muestras de los 20 capullos que representa el 100% como se mencionó anteriormente se despepita la muestra y se pesa la semilla, el peso obtenido se multiplica por el 100% y se divide entre el peso total de la muestra que representa el 100%, el resultado final es el porcentaje de semilla.

Ejemplo:

Tratamiento 1: FiberMax 2334GLT de 3 riegos, de la repetición 1

Peso total de la muestra: 105.5 g, peso de la semilla: 54.6 g

$$\% \text{ de semilla} = \frac{54.6 \text{ g} * 100\%}{105.5 \text{ g}} = 51.75\%$$

### 3.15.5 Índice de semilla

Para determinar el índice de semilla, una vez despepitadas todas las muestras se contaron 100 semillas de cada muestra, posteriormente se llevaron al laboratorio para pesarla, el resultado que arrojó la báscula es el índice de semilla expresado en gramos. Entre más grande la semilla de algodón el índice es mayor por tal motivo la semilla contiene más endospermo, beneficiando a las dietas del ganado lechero.

### 3.16 Rendimiento algodón hueso (kg/ha)

Para calcular la producción de algodón hueso en kilogramos por hectárea, se cosechó de forma manual 2 surcos de 3 metros de longitud de cada parcela

útil, el algodón obtenido de los dos surcos se llevó al laboratorio posteriormente se pesó con una báscula, este resultado se utilizó para transformar el algodón hueso en kilogramos por hectárea.

Ejemplo:

Parcela: 1 tratamiento 1: FiberMax 2334GLT; Repetición 1, Área: 4.5 m<sup>2</sup>

Rendimiento en la parcela 1: 2,241.1 g o 2.241 kg.

En un área de 4.5 m<sup>2</sup> se cosecho 2.2411 kg.

$$\text{Rendimiento algodón hueso por hectarea} = \frac{10\,000\text{ m}^2 * 2.241\text{ kg}}{4.5\text{ m}^2} = 4\,980.2\text{ kg}$$

Por lo tanto el rendimiento por hectárea será de 4 980.2 kg de algodón.

### 3.17 Rendimiento algodón pluma (kg/ha)

El rendimiento de algodón pluma es una de las variables más importante para el agricultor por su gran valor en el mercado, para obtener este resultado se considera el valor del porcentaje de fibra que se obtuvo cuando se determinó el porcentaje de fibra, posteriormente el resultado obtenido se multiplica por el rendimiento de algodón hueso en kg/ha y se divide entre cien.

Ejemplo:

Parcela: 1, tratamiento: 1 FiberMax 2334GLT; Repetición 1

Porcentaje de fibra: 47.58 %

Algodón hueso en kg/ha: 4 980.2 kg

$$\text{Algodón pluma en kg por hectarea} = \frac{47.58\% * 4\,980.2\text{ kg}}{100} = 2\,369.57\text{ kg/Ha}$$

### 3.18 Calidad de fibra

Un punto muy importante del algodón, es la calidad de fibra; esta repercute al momento de realizar la venta de la fibra, este factor depende del manejo agronómico que se haya llevado, así como la interacción del medio ambiente que involucra la calidad de ésta. Para determinar la calidad de fibra del algodón se tomaron muestra y posteriormente fueron llevadas al laboratorio de análisis de fibra ubicado el campo experimental del INIFAP en Matamoros de la Laguna y analizadas mediante HVI (High Volumen Instrument). Los parámetros que se determinaron fueron longitud de fibra, resistencia, finura (Micronaire) y uniformidad.

#### 3.18.1 Longitud de fibra

Las propiedades físicas de longitud se deben más a factores genéticos que a factores ambientales; sin embargo, algunas variaciones como la humedad disponible pueden afectar la longitud, los requerimientos mínimos de la industria textil, son de 26.9 mm en longitud que es equivalente a 1.05 pulgadas. Además, las diferencias no influyen en el precio de la fibra (Palomo *et al.*, 2004).

**Cuadro 8.** Interpretación de los resultados del análisis de Longitud por el método de USTER® HVI 1000.

<b>Medida de longitud (Pulgadas o fracciones)</b>	<b>Descripción</b>
Menos de 1 ''	Fibra Corta
De 1 '' - 1 1/8	Fibra Media
De 1 5/32 – 1 1/2	Fibra Larga
Más de 1 1/2	Fibra Extra Larga

### 3.18.2 Resistencia de la fibra

La resistencia de la fibra puede ser expresada como Gramo /Tex, que es el peso en gramos de 1 000 metros de fibra. Fibras con valores de longitud y resistencia superiores a los requerimientos mínimos tienen el mismo precio, por lo que el productor no recibe ningún beneficio por la venta de fibra de alta calidad (Palomo *et al.*, 2003).

**Cuadro 9.** Interpretación de los resultados del análisis de Resistencia por el método de USTER® HVI 1000.

<b>Resistencia en (gramos/tex)</b>	<b>Descripción</b>
Menos de 21	Muy Débil
22 a 25	Débil
26 a 28	Medio
29 a 31	Fuerte
32 y mayor	Muy Fuerte

### 3.18.3 Finura (Micronaire) de fibra

Las propiedades físicas de la calidad de fibra como la finura se deben más a factores genéticos que a factores ambientales. Los valores de finura aceptados por la industria oscilan de 3.5 a 4.9 micronaire, valores que también expresan el grado de madurez de la fibra (Palomo *et al.*, 2004).

**Cuadro 10.** Interpretación de los resultados del análisis de Micronaire por el método de USTER® HVI 1000.

<b>Micronaire</b>	<b>Descripción</b>
Menos que 3.0	Muy Fino
3.0 a 3.6	Fino
3.7 a 4.7	Medio
4.8 a 5.4	Grueso
5.5 y mayor	Muy Grueso

### 3.18.4 Uniformidad de fibra

Es la variación en la longitud de la fibra en una muestra de algodón. Su valor radica en cuanto más uniforme sea, menos será el porcentaje de desperdicios en la industria. La escala se utiliza en porcentaje (Sión, 1992).

**Cuadro 11.** Interpretación de la uniformidad de la fibra por el método de USTER® HVI 1000.

<b>Índice de Uniformidad (%)</b>	<b>Descripción</b>
Debajo de 77	Muy Baja
77 a 80	Baja
81 a 84	Media
85 a 87	Alta
87 y mayor	Muy Alta

### 3.19 Análisis estadístico

Cuando se terminó de coleccionar los datos del experimento y para obtener los resultados; estos se analizaron en el paquete estadístico SAS, con el diseño de bloques al azar, con una probabilidad de 0.05 y así determinar los valores significativos de cada una de las variables del experimento.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Componentes del rendimiento

#### 4.1.1 Peso del capullo

El peso del capullo expresado en gramos es muy importante para realizar una estimación del rendimiento de algodón en kg/ha y los resultados obtenidos en el análisis de varianza sin ser significativos estadísticamente, sus diferencias resultaron mínimas lo cual evidencia el poco o nulo efecto positivo que sobre este componente tenga un incremento en el número de riegos. El peso promedio del capullo fue de 5.24 y 5.55 g (Cuadro 12). En 1989 Parga en un estudio; de seis progenitores y 15 híbridos directos utilizando el método II modelo 2 de Griffing, menciona que el peso del capullo es controlado por parámetros genético de la planta. Por otro lado en Argentina se evaluaron comportamientos de dos variedades de algodón, en diferentes localidades para una mayor eficiencia de fructificación teniendo como resultados menor peso del capullo pero con mayor porcentaje de fibra. Esto se debe a que la capsula con mayor número lóculo contienen menos semillas que las que tienen menor número de lóculos (Ricciardi *et al.*, 1977).

#### 4.1.2 Capullos por planta

Con diferencia a los valores obtenidos en los componentes de rendimiento, el número de capullos por planta es el más importante (Palomo *et al.*, 1997). En este experimento no se encontraron diferencias significativas para el número de capullos/planta, los números de capullos fueron 13.1 para tres auxilios y 13.2 para cuatro auxilio. Similares resultados fueron reportados por Mezainis (1986)

citado por Méndez *et al.*, (2001) quien trabajó en Arizona, Estados Unidos con tasas de riego de uso consuntivo y encontró que el peso del capullo y la producción de materia seca se incrementaron con el riego, pero no el número de capullos/planta. Otro estudio en densidades de población y riego por goteo subsuperficial se determinó que el número de capullo por planta se reduce cuando existe un mayor número de plantas en una superficie determinada (Enríquez *et al.*, 2007).

**Cuadro 12.** Componentes del rendimiento para tratamientos de riego en la UAAAN – UL. 2017

Tratamiento	Peso del capullo (gr)	Porcentaje de fibra (%)	Porcentaje de semilla (%)	Índice de semilla (gr)	de Capullos por planta
3 Riegos	5.24	46.3	51.6	8.8 b	13.1
4 Riegos	5.55	45.6	51.5	9.3 a	13.3
C. V. %	5.70	1.9	0.8	1.8	25.6

#### 4.1.3 Porcentaje de fibra

Es la variable más importante por su interés económico. Con respecto al análisis de varianza los resultados fueron estadísticamente no significativos para ambos tratamientos, obteniendo un promedio de 45.95%. Palomo *et al.*, (2001), al evaluar la respuesta de la variedad de algodón convencional de ciclo semiprecoz Laguna 89; a la aplicación de riegos de auxilio y densidades de población, no encontraron diferencias entre tratamientos con tres y cuatro riegos de auxilio, pero sí con el tratamiento que recibió dos riegos de auxilio, para el porcentaje de fibra. Los porcentajes de fibra que reportaron promediando sobre años (1997, 1998), fueron de 36.95%. Las láminas de riego aplicadas reportadas por Palomo *et al.*, 2001, fueron de 44, 56, y 68 cm con dos, tres, y cuatro riegos

de auxilio. Estos mismos autores, reportan que cuando las plantas retienen menos capullos, éstos son más grandes, con mayor porcentaje de fibra, y mayor peso de semilla. Con un mayor número de capullos se presenta una respuesta inversa en estos componentes. En un estudio en España sobre mejoramiento genético se encontró, que cuando la planta retiene más capsulas, el tamaño de la misma se reduce. También las semillas son más pequeñas y el porcentaje de fibra más alto (López 2001). Por lo tanto en este trabajo la manifestación de tales valores señala que este carácter es inherentemente congénito y no afectado por el factor en evaluación. Obsérvese los resultados en el cuadro 12.

#### **4.1.4 Porcentaje de semilla**

El porcentaje de semilla de algodón es la segunda variable más importante después de la fibra, ya que se utiliza por el sector agropecuario como suplemento alimenticio para dietas del ganado lechero. Al igual que el porcentaje de fibra, los datos del análisis no fueron significativos habiéndose ubicado con valor promedio de 51.55. (Cuadro 12). Además de que este carácter no puede ser afectado por el número de riegos porque esta característica se encuentra ligada al factor genético de la planta, de tal motivo que cuando se tiene menos semillas en una capsula esta da como resultado mayor cavidad para que se desarrolle más fibra de tal manera que esto es beneficioso para el productor (López 2001).

#### **4.1.5 Índice de semilla**

Los datos estadísticos para esta variable mostraron diferencia significativa para el factor bajo evaluación. Aquí se mostró una ligera tendencia a incrementarse dicho valor con el número de riegos, siendo poco perceptible la misma habiéndose ubicado en un rango desde 8.8 hasta 9.3 para 3 y 4 auxilios respectivamente (Cuadro 12). Como se menciona anteriormente este carácter lo

determina el factor genético de la planta y es muy poco probable que la interacción del ambiente lo llegue a afectar (López 2001).

#### **4.2 Rendimiento de algodón hueso kg/ha**

Para la determinación de este parámetro se realizó un análisis de varianza en el cual los resultados no mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos. El tratamiento al que se le aplicó cuatro riegos obtuvo 6 031 kg/ha. (Cuadro 13) superando al de tres riegos con una diferencia a su favor de 115.8 kg/Ha de algodón hueso que en términos económicos representan \$1,495.00 tomando como base \$13,600.00 el precio de una tonelada de algodón sin despepitar. Este trabajo coincide con los resultados obtenidos por palomo *et al.*, (2002) bajo un estudio de tres tratamientos de riegos y dosis de fertilización donde tres y cuatro riegos de auxilio se obtienen los mismos resultados de producción, con la única diferencia que el cuarto auxilio retraso la maduración de la cosecha, provocando mayor número de hojas y órganos fructíferos y mayor dificultad para la defoliación con productos químicos. Con lo anterior puede asegurarse también un ahorro en los costos de producción al dejarse de aplicar un riego Palomo *et al.*, (2004).

#### **4.3- Rendimiento de algodón pluma kg/ha**

El estudio no mostro diferencias estadística, por lo tanto los tratamientos se comportaron iguales para cuatro y tres riegos de auxilio; el tratamiento de cuatro riegos con 2 748.4 kg/ha solo superó al de tres riegos con 13.6 kg/ha de algodón pluma, lo que en términos económicos representa \$407.4 pesos considerando un precio de 0.68 cvs de dólar la libra de algodón pluma (Cuadro 13). El rendimiento de fibra de algodón es el parámetro más importante para el productor, ya que es uno de los propósitos que más se persigue para su mayor producción en la industria textil. Bednarz *et al.* (2007), citado por Aramendiz *et al.*, (2017) reportaron que la combinación de mayor número de fibras y masa de

fibra por área de semilla asociados al tamaño de semillas, deben ser considerados como criterio de selección para incrementar el rendimiento de fibra. Por otro lado en un estudio en Argentina en la identificación de 8 genotipo, se determinó que el genotipo que presento menor producción este tenía un aumento en la calidad de fibra y ocurrió lo contrario con los genotipo de mayor producción (Dileo *et al.*, 2019).

**Cuadro 13.** Rendimiento de algodón hueso y pluma kg/ha, para tratamientos de tres y cuatro de auxilios en la UAAAN – UL 2017.

<b>Tratamientos</b>	<b>Algodón hueso kg/ha</b>	<b>Algodón pluma kg/ha</b>
Tres riegos	5 915	2 735
Cuatro riegos	6 031	2 749
C. V. %	17.7	16.5

#### **4.4 Calidad de fibra**

##### **4.4.1 Longitud de fibra**

Una gran parte de la determinación de la calidad de fibra de algodón, a parte del componente ambiental, lo determina el genotipo (Dileo *et al.*, 2019). Esto coincide con lo reportado por Robles (1980), citado por Méndez *et al.*, (2003) donde menciona que la longitud de la fibra está influenciada por los factores hereditarios. Una buena calidad de fibra es aquella que tiene como mínimo una longitud de 1 1/16” pulgadas (26.7 a 27.2 mm). En el análisis de varianza que se realizó, no hubo diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo los resultados obtenidos son superiores a la longitud mínima que exige la industria textil; las medias que se obtuvieron fueron 1.17” y 1.24” pulgadas para tres y cuatro riegos de auxilio; que equivalen a (29.71 a 31.50 mm), encontrando una diferencia entre tratamientos de 1.8 mm de longitud, de manera que superan ampliamente los requerimientos mínimos de la industria textil (Cuadro 14). Winkler *et al.*, (2018) menciona que este parámetro está determinado por la variedad, pero la deficiencia de agua durante los primeros 20 días después de la

floración puede afectar la longitud de fibra. Otro estudio con lamina de riegos se determinó que a medida que se incrementa la disponibilidad de agua aumenta la longitud de fibra Palomo *et al.*, (2001). Ambos tratamientos se ubican como fibra larga.

#### **4.4.2 Resistencia de fibra**

No hubo diferencias estadísticas para resistencia de fibra con tres y cuatro riegos de auxilio. La resistencia de la fibra puede ser expresada como Gr/Tex, que es el peso en gramos de 1 000 metros de fibra. Con tres riegos de auxilio se tuvo un valor de 31.3 gr/tex, mientras que con cuatro riegos de auxilio, el valor fue de 32.9 gr/tex (Cuadro 14). Estos resultados superan al estándar establecido en la industria textil para resistencia de fibra que es de 24 gr/tex. Por cada dos unidades por encima o por debajo de este valor estándar, el precio de la fibra se bonifica o se descuenta en un 5%. Los resultados obtenidos en este estudio, permiten clasificar la fibra como fibra fuerte o resistente, siendo contrario a lo reportado por Grimes (1991) citado por (Palomo *et al.*, (2002) quien encontró que la resistencia de fibra disminuye a medida que se incrementa la disponibilidad de agua.

#### **4.4.3 Finura de fibra (micronaire)**

Las mediciones de Micronaire son altamente dependientes de la variedad, pero pueden ser influidas durante el período de crecimiento entre los 20 y 60 días después de floración por condiciones ambientales como estrés hídrico, altas temperaturas, baja radiación solar. Al contrario a los demás parámetros, el Micronaire posee rango de premios con valores intermedios y un castigo en ambos extremos Winkler *et al.*, (2018). Los valores de finura aceptados por la industria textil oscilan de 3.0 a 5.5 micronaire, valores que también que va desde muy fino a muy grueso (Palomo *et al.*, 2004). Los valores obtenidos del análisis de varianza no detectaron diferencias estadísticas; sin embargo tales diferencias

no son de importancia práctica ni económica, ya que los valores obtenidos se sitúan dentro de la calidad requerida por la industria textil. Los valores de los resultados se encuentran en un rango de 3.7 - 4.7 (Cuadro 14), calificándose en la descripción de fibra medio, alcanzando los valores del rango de fibra grueso.

#### 4.4.4 Uniformidad de fibra

La uniformidad repercute en la resistencia del hilo y en el rendimiento del proceso del hilado; esta variable demuestra el grado de madurez de la fibra, y se representa en porcentaje. Referente al análisis de varianza los resultados no fueron significativos, siendo 80.9 y 82.6 % para tres y cuatro riegos de auxilio (Cuadro 14); se puede clasificar con la descripción de fibra baja para el primer tratamiento y fibra media para el segundo tratamiento de acuerdo al cuadro 11 donde indica la clasificación por uniformidad de fibra, y que a su vez se encuentra dentro del estándar de calidad que exige la industria textil.

**Cuadro 14.** Calidad de fibra del algodón de dos tratamientos; tres y cuatro riegos de auxilios. UAAAN – UL, 2017.

Tratamientos	Longitud de fibra		Resistencia (gr./tex)	Finura (Micronaire)	Índice de uniformidad (%)
	pulgada	Mm			
Tres riegos	1.17"	29.71	31.3	4.77	80.9
Cuatro riegos	1.24"	31.50	32.9	4.75	82.6
C. V. %	2.6		3.9	2.2	2.3

## 4.5 Discusión

En este proyecto de investigación los datos estadísticos no mostraron diferencias significativas con los tratamientos de tres y cuatro riegos de auxilio, por lo tanto considerando los escasos de agua en la Región Lagunera, no es conveniente aplicar el cuarto riego de auxilio para este cultivo. Méndez *et al.*, (2006) menciona en su trabajo; Efecto del riego por goteo sobre caracteres reproductivos y de la bellota del algodón, llegó a la conclusión que la frecuencia del riego es proporcional con el aumento de bellotas por planta sin importar el cultivar. Otro estudio similar que se realizó en el año 1997 y 1998 aplicando 2, 3 y 4 riegos de auxilio, indicaron que los tratamientos con tres y cuatro auxilio fueron estadísticamente iguales (Palomo, *et al.*, 2001).

Mezainis (1986) citado por Méndez *et al.*, (2001) menciona que el cultivo del algodón al tener humedad disponible este no aumenta el número de capullos por planta, sino que como consecuencia trae consigo un aumento de materia seca adicional para la fibra. En otro estudio con densidad de población y riego por goteo subsuperficial se determinó que disminuye el número de capullos por planta y aumenta el porcentaje de fibra (Enríquez *et al.*, 2007).

Los resultados de esta evaluación no fueron satisfactorios por lo cual se sugiere seguir con la investigación pero con diferentes tipos de suelos, ambiente para incrementar el rendimiento del algodón y darle continuidad a través del tiempo para obtener datos más precisos y de esa manera tomar la decisión correcta en cuanto al número de riego que se le debe aplicar el cultivo del algodón.

## V. CONCLUSION

Observando las circunstancias en la Región Lagunera, por los limitantes de escases de agua, y con los resultados obtenidos en este experimento en particular, la aplicación del cuarto riego de auxilio para este cultivo, no repercute significativamente en el incremento de la producción ya que obtenemos los mismos resultados que si aplicamos tres auxilios para dicho cultivo.

## VI. BIBLIOGRAFIA

1. Aramendiz, H, Espitia, M., e Isaza, M. 2017. Progreso genético del algodónero (*Gossypium hirsutum* L.) Temas agrarios en Colombia. (Online). <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/429>. Montevideo. Pp., 24-33.
2. Arriaza, M. G., y Limón, J. A. 2006. El futuro del algodón en Andalucía tras la reforma de régimen de apoyo al cultivo. Revista de Estudios Regionales. ISSN 0213-7585.
3. Brown, H. B., y Ware, J. O. 1961. Algodón. Morfología del algodónero. Libro. Tercera edición. Unión Topográfica Editorial Hispano-Americana. Avenida de la Universidad, 767 México 12, D. F. Pp., 109-131.
4. Caicedo, C. A. M. 1999. Manejo del agua en el cultivo del algodónero. Pp., 29–30.
5. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). 2019. Algodón. Sistema Nacional de Información, publicado el 16 de noviembre del 2019.
6. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). 1993. Algodón *Gossypium hirsutum* L. Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM). Pp., 1 – 16.
7. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).1999. Clasificación del Algodón. Manual de agricultura. Disponible en línea: <http://www.oaidrus-bc.gob.mx/sispro/algodonbc/Descargas/DescargaCLASIFICACION.pdf>.
8. Dileo, P. N., Scarpin, G. J., Winkler, H. M., Paytas, M. J., Fernandes, I., Senna, R., Cordeiro, C. F., Troncoso, C., Lorenzini, F., y Rodríguez, G. R. 2019. Identificación de genotipos contrastante para características de importancia agronómica en algodón. Asociación para la promoción de la producción algodонера, Argentina (APPA). Vol., 19(19). Pp., 44-47.
9. Enríquez, S. M., Segura, C. M A., Preciado, R. P., Orozco, V. J A., Yescas, C. P., y Ávila, V. C. 2007. Producción de algodón en doble y triple hilara con riego por goteo subsuperficial. Terra Latinoamericana. 25(2). Pp., 155-161.

10. Estrada, T. O. O., Palomo, G. A., Espinoza, B. A., Rodríguez, H. S. A., y Ruiz, T. N. A. 2008. Rendimiento y calidad de fibra del algodón cultivado en surcos ultra-estrechos. *Revista Fitotecnia Mexicana*: ISSN 0187-7380.
11. Fernández, A. H. 2001. Panorama económico del algodón en México Evolución de la siembra y la problemática del TLC en la comercialización. *Revista Mexicana de Agronegocios*. Vol., 5. Pp., 190-201. ISSN 1405-9282.
12. Herrera, A. J. L., Guzmán, R. S. De C., y Loza, V. E. 2010. Guía para producir algodón en el Valle de Mexicali, B. C. y San Luis Rio Colorado, Son. INIFAP y SAGARPA. Pg. 40. Pp., 5 – 8.
13. Lara, M. C. R., 2015. Paquete Tecnológico para Algodón. Chihuahua: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales agrícolas y Pecuarias.
14. López, B. G. 2001. Características de las nuevas variedades de algodón. *Revista Vida Rural*. (En línea) Pp., 28-32.
15. Martínez, R. A. M., y Hernández, M. J. 2015. La competitividad del algodón colombiano frente a los principales países productores mediante el enfoque de costos de producción. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. Pp., 189 – 215.
16. Méndez, N. J R., García, C. L E., Fendel, Á. J E., y Merazo, P. J F. 2003. Evaluación de la calidad de la fibra en catorce cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo condiciones de sabana. *Revista UDO Agrícola*. Vol., 3 (1). Pp., 17-23.
17. Méndez, N. J. R., Lara, L., y Gil, M. J. A., 2006. Efecto del riego por goteo sobre caracteres reproductivos y de la bellota en algodón (*Gossypium hirsutum* L.). *Revista Tecnológica Español*, 19(1), pp. 33-40.
18. Méndez, N. J. R., Salazar, B. R. S., Merazo, P. J. F., Gil, M. J. A., y Khan, P. L. 2001. Efecto de tres frecuencias de riegos sobre algunos caracteres de la planta en cuatro cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) tipo Upland. *Revista UDO Agrícola*. Vol. 1 (1). Pp., 48 – 55.

19. Miranda, W. R. 2008. Caracterización de la Producción del Cultivo de Algodonero (*Gossypium hirsutum*, L.) en la Comarca Lagunera. Revista Mexicana de Agronegocios. Pp., 696 – 705.
20. Organización de las Naciones Unidas para Alimentación y la Agricultura (FAO). 2020. Datos sobre alimentación y agricultura. Publicado 04 de marzo de 2020. Disponible en línea. <http://www.fao.org/faostat/es/?#data/QC>.
21. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2017. El estado de arte del sector algodonnero en países del Mercosur y asociados. Cooperación Internacional Brasil-FAO. Pp., 180.
22. Palomo, G. A., Chávez, G. J. F., y Godoy, A. S. 1997. Respuesta de la variedad precoz de algodón Cian'95 a la fertilización nitrogenada. Agric. Tec. Méx. Vol. 23. Pp., 115 – 124.
23. 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. Terra Latinoamericana, 19(3). Pp., 265-271.
24. Palomo, G. A., Gaytán, M. A., Faz, C. R., Reta, S. D. G., y Gutiérrez, del R. E. 2004. Rendimiento y calidad de fibra de algodón en respuesta al número de riegos y dosis de nitrógeno. Terra Latinoamericana. Vol. 22. Pp., 299 – 305.
25. Palomo, G. A., Gaytán, M. A., y Chavarría, R. Ma. Guadalupe. Respuesta de una variedad precoz de algodón al número de riegos y dosis de nitrógeno. 2002. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 25(1). Pp. 43-47.
26. Palomo, G. A., Gaytán, M. A., y Godoy, Á. S. 2003. Rendimiento, componentes del rendimiento y calidad de fibra del algodón en relación con la dosis de nitrógeno y la densidad poblacional. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 26. Pp., 167 – 171.
27. Parga, T. V. M., Kuruvadi, S., Palomo, G. A., y Borrego, E. F. 1989. Acción génica y características agronómicas y de calidad de fibra en algodón (*Gossypium hirsutum* L.). Revista científica UAAAN, 5(2). Pp., 101-113.
28. Pérez, M. C., Tovar, G. Ma. Del R., Obispo, G. Q., Legorreta, P. F. de J., y Ruiz, C. J. A. 2006. Recursos genéticos del algodón en México:

- conservación ex situ, in situ y su utilización. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol. 7. Pp., 5 – 16.
29. Reyes, M. P. M. 2014. El algodón pima peruano: cultivo y manejo agronómico. Libro. Universidad Nacional de Piura. Septiembre 2014, Impreso en Chiclayo-Perú. Vol. 77. Pp., 33 – 35. Disponible en línea.
  30. Ricciardi, A. A., Vrdoljak, J., Gardenal, L., Poisson, A., y Campagnac, N. 1977. Comportamiento de las variedades de algodón Reba B 50 y Reba P 279 en la Argentina. *Cot. Fib. Trop.* 32(4). Pp., 351-357.
  31. Rojas, P. H. 1985. Requerimiento de agua en el cultivo del algodón. Foro Tecnológico del Algodonero, Valledupar (Colombia), Conferencias. Bogotá (Colombia), Instituto Colombiano Agropecuario. Pp., 59-89.
  32. SIAP, SADER. 2018. Anuario Estadístico de la producción agrícola de algodón.
  33. Sifuentes, I. E., Ruelas, I. J. del R., Soto, F. J. J., Macías, C. J., y Palacios M. C. A. 2014. Planeación del riego en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.), mediante un modelo de programación integral en el Distrito 075, Sinaloa, México. *Scientia Agropecuaria*. Pp., 93 – 102.
  34. Silvia, N. C. 2017. El costo de producción de algodón cayó en 2015/16. *Revista de la Situación Mundial del Comité Consultivo Internacional del Algodón*. 2017. Volumen 70 – Número 3. Pp., 1 – 29.
  35. Sión, M. F. 1992. Manual de cultivo de algodón. Portoviejo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Portoviejo. Manual no. 6. Pp., 26.
  36. Solleiro, R. J. L., y Mejía, Ch. A. O. 2016. Cadena de valor en la producción de algodón en México: Los desafíos del mercado global. El desarrollo regional frente al cambio ambiental global y la transición hacia la sustentabilidad. Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional, A. C., México. ISBN AMECIDER: 978-607-96649-2-3 UNAM: 978-607-02-8564-6.
  37. Winkler, H. M., Scarpin, G. J., Dileo, P. N., y Paytas, M. J. 2018. Fecha de siembra óptima en variedades comerciales de algodón. *INTA EEA Reconquista*. Vol., 19(40). Pp., 22-27.