

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Innovación del Paquete Tecnológico del Algodonero en la Comarca
Lagunera**

POR

JESÚS OSWALDO HERNÁNDEZ ALVARADO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO 2019

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Innovación del Paquete Tecnológico del Algodonero en la Comarca
Lagunera**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

POR

JESÚS OSWALDO HERNÁNDEZ ALVARADO

ASESOR

Ph. D. SALVADOR GODOY AVILA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Innovación del Paquete Tecnológico del Algodonero en la Comarca Lagunera

Por:

JESÚS OSWALDO HERNÁNDEZ ALVARADO

TESIS

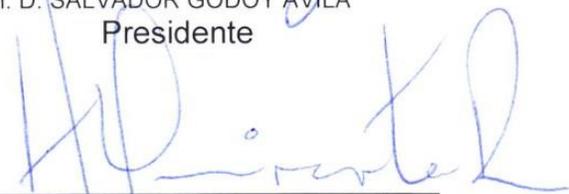
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

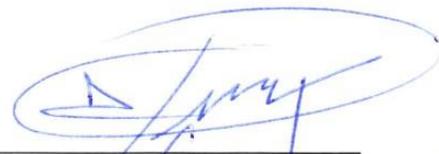
Aprobada por:



Ph. D. SALVADOR GODOY ÁVILA
Presidente



ING. HERIBERTO QUIRARTE RAMÍREZ
Vocal



DR. ALFREDO OGAZ
Vocal



DR. HECTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO
Vocal Suplente



M.E. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ
Coordinador de la División de Carreras Agrícolas

Torreón, Coahuila, México
Junio 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Innovación del Paquete Tecnológico del Algodonero en la Comarca Lagunera

Por:

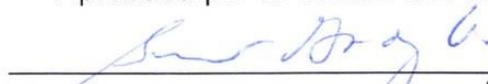
JESÚS OSWALDO HERNÁNDEZ ALVARADO

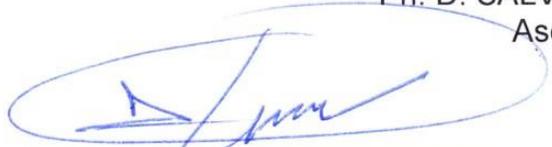
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Ph. D. SALVADOR GODOY ÁVILA
Asesor Principal


DR. ALFREDO OGAZ
Coasesor


ING. HERIBERTO QUIRARTE RAMÍREZ
Coasesor


M.E. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Junio 2019



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad cada mañana de abrir mis ojos y darme cuenta cuán grande es su amor.

A MIS PADRES:

Sr. Pedro Hernández Cruz

Sra. Claudia Alvarado Domínguez

Por haberme dado la vida, brindarme su amor y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, que con esfuerzo y trabajo me educaron y guiaron por un buen camino.

A mi abuela, Elma Domínguez Carreto, por el apoyo incondicional que de ella recibí.

A MIS HERMANOS:

David Hernández Alvarado

Arely Hernández Alvarado

Por su gran cariño, apoyo y comprensión que siempre me han brindado.

DEDICATORIAS

Con mucho cariño y amor **a mis padres:**

Sr. Pedro Hernández Cruz

Sra. Claudia Alvarado Domínguez

Por la confianza, esfuerzo y apoyo incomparable que me brindaron, motivándome en cada momento y demostrándome su amor incondicional cada instante de mi vida, a quienes dedico este logro, por ser mis motores principales para seguir adelante. ¡Los Amo!

RESUMEN

El área cosechada de algodón a nivel mundial en la temporada 2017/2018 se coloca en los 33,6 millones de hectáreas, mientras que la producción en el orden de los 26,75 millones de toneladas. Asia es considerado como el principal productor con un 38% de la superficie algodonera mundial. México fue el decimotercero productor a nivel mundial con un volumen de 490.42 mil toneladas en una superficie de 104.58 mil hectáreas sembradas de algodón en el 2018. La Comarca Lagunera contribuye con el 10% de la producción nacional. La finalidad de este trabajo fue la innovación del paquete tecnológico de algodonero, proporcionando al productor técnicas para incrementar el rendimiento y sus componentes, y la calidad de fibra, utilizando nuevas variedades transgénicas; incrementando el número de riegos de auxilio con el mismo volumen de agua que se utiliza convencionalmente; incorporando sembradoras de precisión reduciendo el número de semillas por metro lineal. Para ello el trabajo se realizó bajo condiciones de campo en el rancho Rincón del Buitre de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en Torreón, Coahuila. El trabajo se realizó bajo el diseño experimental de bloques alzar. Las labores culturales de preparación del terreno (barbecho, rastra, nivelación), se llevaron a cabo durante el mes de febrero y de marzo del 2017, para el establecimiento del cultivo de Algodón (*Gossypium hirsutum* L.). La siembra se realizó el día 13 de abril del año 2017, utilizando una sembradora de precisión en corrugación y a tierra venida, con una distancia de 11.11 cm entre planta y planta, considerando la distancia entre hileras de 75 cm, para obtener una población de 120,000 plantas/ha.

El control de maleza se realizó mediante la aplicación del herbicida Rudo (glifosato); en cuanto a plagas se presentaron problemas principalmente con el picudo del algodonero (*Anthonomus grandis* Boheman); y en segundo plano problemas de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*). Para el control del picudo se llevaron a cabo 8 aplicaciones de insecticidas y para la mosquita blanca dos. Los riegos de auxilio se iniciaron a los 50 DDS. La cosecha se realizó de forma manual en la parcela útil, para ello se marcó mediante estacas e hilo la parcela útil a

cosechar. Cada parcela total estaba conformada de dos hileras centrales, cada hilera tenía una distancia de 3.0 m y a una distancia de 75 cm entre hileras. Lo cosechado de cada parcela útil se pesó para obtener el rendimiento por parcela, y posteriormente calcular el rendimiento por hectárea. Los resultados del análisis estadístico y de laboratorio en cuanto a calidad de fibra indican que el número de riegos de auxilio influye en el rendimiento de algodón hueso y pluma, ya que incrementando un cuarto riego de auxilio podemos incrementar 435 kg de algodón hueso por hectárea equivalente a 181.8 kg de algodón pluma. Igual respuesta se presentó para los componentes de calidad de la fibra como longitud, resistencia y uniformidad de fibra. Las variedades Fibermax mostraron superioridad en cuanto a rendimiento, componentes de rendimiento y calidad de fibra respecto a las variedades Deltapine. Al respecto la variedad Fibermax 2334GLT mostró potencial para producir 5,915 kilogramos de algodón hueso por hectárea con tres auxilios de riego

Palabras clave: Algodonero, Fibermax, Deltapine, Variedades Transgénicas, Riegos

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipótesis	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Origen geográfico del algodón	3
2.2 Clasificación taxonómica	3
2.3 Historia	4
2.4 Algodón genéticamente modificado	6
2.5 Importancia del algodónero	7
2.6 Ciclo del algodónero	8
2.7 Requerimientos del cultivo	8
2.8 Importancia del análisis de la fibra del algodón.....	10
2.8.1 Longitud de fibra	10
2.8.2 Resistencia de fibra	11
2.8.3 Finura de fibra (Micronaire)	12
2.8.4 Uniformidad de fibra	13
2.9 Época de siembra.....	13
2.10 Método y densidad de siembra.....	14
2.11 Riegos	14
2.12 Fertilización	15
2.13 Variedades	16
2.13.1 Fibermax 1740 B2F	16
2.13.2 Fibermax 1830 GLT	16
2.13.3 Fibermax 1900 GLT	16

2.13.4 Fibermax 2007 GLT	17
2.13.5 Fibermax 2334 GLT	17
2.13.6 Deltapine 0912 B2RF	17
2.13.7 Deltapine 1321 B2RF	17
2.13.8 Deltapine 0935 B2RF	18
2.13.9 Deltapine 1441 RF	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera	19
3.2 Aspectos Climatológicos	20
3.2.1 Clima	20
3.2.2 Temperatura	20
3.2.3 Precipitación	20
3.3 Localización del experimento	20
3.4 Preparación del terreno	21
3.4.1 Riego de siembra	21
3.4.2 Cultivo para siembra	21
3.4.3 Siembra y fertilización	21
3.4.4 Riegos de auxilio	23
3.4.5 Control de maleza en el cultivo	23
3.4.6 Control de plagas durante el ciclo	24
3.4.7 Defoliación	25
3.4.8 Cosecha	25
3.5 Diseño experimental y tamaño de la parcela total y útil para cada tratamiento.	26
3.6 Tratamientos ensayados en el experimento	28
3.7 Componentes de rendimiento	28
3.7.1 Peso del capullo	29
3.7.2 Porcentaje de Fibra	29
3.7.3 Porcentaje de semilla	30
3.7.4 Índice de semilla	30
3.7.5 Número de capullos por planta	30
3.7.6 Rendimiento algodón hueso (kg/ha)	31
3.7.7 Rendimiento algodón pluma (kg/ha)	31

3.8 Calidad de fibra	32
3.8.1 Longitud de Fibra	32
3.8.2 Resistencia de la fibra	33
3.8.3 Finura (micronaire) de fibra	34
3.8.4 Uniformidad de fibra	35
3.9 Análisis de varianza	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1 Rendimiento	37
4.1.1 Rendimiento de Algodón Hueso en Kg/Ha	37
4.1.2 Rendimiento de Algodón Pluma Kg/Ha.	39
4.2 Componentes de rendimiento	41
4.2.1 Peso de Capullo	41
4.2.2 Porcentaje de Fibra	42
4.2.3 Porcentaje de Semilla	43
4.2.4 Índice de Semilla	44
4.2.5 Capullos por Planta	46
4.3 Calidad de Fibra.....	47
4.3.1 Longitud de Fibra	47
4.3.2 Resistencia de Fibra.....	48
4.3.3 Finura de Fibra (Micronaire).....	49
4.3.4 Uniformidad de Fibra	50
V. CONCLUSIONES	52
VI. BIBLIOGRAFIA	53

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Épocas de aplicación y fertilizantes, utilizados en el cultivo del algodón en el tratamiento 1. UAAAN-UL. 2017	22
Cuadro 2. Épocas de aplicación y fertilizantes, utilizados en el cultivo del algodón en el tratamiento 2. UAAAN-UL. 2017	22
Cuadro 3. Calendario de riegos y días en que se aplicaron. UAAAN-UL. 2017	23
Cuadro 4. Herbicida y épocas de aplicación en el cultivo del algodón UAAAN.UL.2017	23
Cuadro 5. Principales plagas que se presentaron en el cultivo del algodón y su control. UAAAN-UL. 2017	24
Cuadro 6. Productos utilizados para la defoliación en el algodón. UAAAN-UL. 2017	25
Cuadro 7. Tratamientos, dosis de fertilización y número de riegos aplicados. UAAAN-UL. 2017	28
Cuadro 8. Interpretación de los resultados del análisis de Longitud por el método de USTER® HVI 1000.	33
Cuadro 9. Interpretación de los resultados del análisis de Resistencia por el método de USTER® HVI 1000.	34
Cuadro 10. Interpretación de los resultados del análisis de Micronaire por el método de USTER® HVI 1000.	35
Cuadro 11. Interpretación de los resultados del análisis de Uniformidad por el método de USTER® HVI 1000.	36
Cuadro 12. Rendimiento de algodón hueso en kg/ha de nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus combinaciones. UAAAN-UL. 2017	37
Cuadro 13. Rendimiento de algodón pluma en kg/ha de nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus combinaciones. UAAAN-UL. 2017	39
Cuadro 14. Peso del capullo expresado en gramos, de nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus combinaciones. UAAAN-UL. 2017	42
Cuadro 15. Porcentaje de fibra de nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus combinaciones. UAAAN-UL. 2017	43
Cuadro 16. Porcentaje de semilla de nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus combinaciones. UAAAN-UL. 2017	44
Cuadro 17. Índice de semilla de nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus combinaciones. UAAAN-UL. 2017	45
Cuadro 18. Capullos por planta de nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus combinaciones. UAAAN-UL. 2017	46
Cuadro 19. Longitud de fibra en pulgadas de las nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus combinaciones. UAAAN-UL. 2017	47
Cuadro 20. Resistencia de fibra de las nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus interacciones. UAAAN-UL. 2017	48
Cuadro 21. Finura de fibra de las nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus interacciones. UAAAN-UL. 2017	49

Cuadro 22. Uniformidad de fibra de las nueve variedades de algodón en respuesta de los diferentes tratamientos de riego UAAAN-UL. 2017	50
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis de la distribución de los tratamientos en el ensayo, donde T1 (tres riegos de auxilio) y T2 (cuatro riegos auxilio).....	27
---	----

I. INTRODUCCIÓN

Se estima que la producción mundial de algodón para la temporada 2018/2019 será de 26,12 millones de toneladas, cifra inferior a los 26,75 millones de toneladas de la temporada precedente, debido a la reducción de la superficie de siembra, la disponibilidad de agua y las mejoras limitadas en los rendimientos (CCIA, 2018). La superficie mundial algodonera para la temporada 2017/2018 fue de 33,6 millones de hectáreas (CCIA, 2019). La India tiene la mayor superficie cultivada que abarca el 38% de la superficie algodonera mundial; cinco países, China, India, Pakistán, EE. UU y Uzbekistán representan en conjunto el 77% del total de la superficie algodonera del mundo (CCIA, 2018).

México fue el decimotercero productor a nivel mundial (SIAP, 2018), con un volumen de 490.42 mil toneladas en una superficie de 104.58 mil hectáreas sembradas de algodón en el 2018 (SAGARPA, 2018). Siendo Sonora, Tamaulipas, Chihuahua, Baja California Norte, Sinaloa, Coahuila y Durango los principales estados productores de algodón en México (SIAP, 2018). Sin embargo, en regiones como la Comarca Lagunera, es el cultivo de mayor importancia desde los inicios de la actividad agropecuaria; en el 2017 se sembraron 18,5000 hectáreas, utilizando variedades transgénicas para poder tener un mejor control de maleza y de lepidópteros. Siendo una de las innovaciones adaptadas a esta región para un mayor control de plagas y un mejor rendimiento del cultivo.

1.1 Objetivos

Introducir en el paquete tecnológico para la producción de algodón en la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango las siguientes innovaciones:

1. Nuevas variedades transgénicas de algodonoero.
2. Sembrar 10 semillas en lugar de las 13 utilizadas actualmente.
3. Realizar la siembra con tractor equipado con Geoposicionador.
4. Utilizar el fertilizante líquido UAN 28.
5. Iniciar los riegos de auxilio a los 50 días después de la siembra en lugar de los 60 días.
6. Aplicación de cuatro riegos de auxilio en lugar de los tres recomendados actualmente, con el mismo volumen de agua.
7. Aplicación del fungicida Flutriafol para el control de enfermedades fungosas.
8. Aplicación del herbicida Glifosato para el control de maleza.

1.2 Hipótesis

Con estas innovaciones al paquete tecnológico para la producción de algodón en la Comarca Lagunera se puede obtener un rendimiento de 6,000 kg/ha de algodón hueso en lugar de los 4,800 kg/ha que se obtienen actualmente.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen geográfico del algodón

Robles (1980), menciona que el algodón es nativo del viejo y nuevo mundo concepto que a veces causa confusión, pero hay que recordar que la explicación lógica puede ser la teoría de la deriva de los continentes, en donde éstos se fueron separando, después de que diferentes especies vegetales se habían dispersado, en grandes áreas geográficas. Al respecto, una teoría es que *Gossypium hirsutum* y otras especies cultivadas proviene de la especie *Gossypium herbaceum* silvestre.

Las especies alotetraploides que se cultivan actualmente *Gossypium hirsutum* y *Gossypium barbadense* cuentan con 26 pares de cromosomas. Citogenéticamente el algodón que se cultiva es tetraploide, se cree que los dos cultivados y un silvestre (*G. tomentosum*) son resultados de cruza naturales de especies del viejo y el nuevo mundo, Robles (1980).

2.2 Clasificación taxonómica

El algodón pertenece a la familia *Malvaceae* y al género *Gossypium*. Este género comprende numerosas especies silvestres y cultivadas; la mayoría de las

variedades cultivadas pertenecen a las especies *G. hirsutum*, *G. barbadense* y *G. herbaceum*, siendo la primera la de mayor producción a nivel mundial, Percival y Kohel (1990).

2.3 Historia

Estobón citado por Robles (1980), menciona que las personas utilizaban en sus vestidos la fibra de una planta cultivada en la isla de “Tylor”, situado en el Golfo Pérsico. Este mismo señala la introducción del algodón en Europa, según Heuzé en el siglo VII, aunque otros investigadores afirman que fue en el siglo IX cuando los sarracenos introdujeron el algodón en las regiones valencianas y granadinas. De España pasó a Italia, Sicilia y Archipiélago Griego, Macedonia y Albania llevado en el siglo XVI por los turcos.

Los primeros escritos sobre algodón, son textos hindúes, himnos que datan en 1500 años antes de Jesucristo y libros religiosos de 800 años antes de Jesucristo, Robles (1980).

Se considera que México es el centro de origen y que 11 de las 13 especies de *Gossypium* en el hemisferio occidental son endémicas de nuestro país, el cual tiene relevancia cultural, económica y biológica en el mundo, Pérez *et al.*, (2016).

En México la primera región que se cree que se cultivó el algodón fue en Veracruz, se tenía una producción de 116 millones de libras en el siglo XVI, pero disminuyó al llegar los españoles, Sarmiento (1978).

El algodón es la planta textil más importante del mundo, ya que su resistencia, finura, longitud y durabilidad son superiores a otras plantas textiles como el Kapok, Yute, Cáñamo y Piña, Ochse *et al.*, (1965).

Se reporta que México es el centro de origen del género *Gossypium* con 11 de las 13 especies diploides (*G. armourianum*, *G. lobatum*, *G. gossypoides*, *G. aridum*, *G. laxum*, *G. shwendimanii*, *G. thurberi*, *G. trilobum*, *G. davisonii*, *G. turneri* y *G. harknesii*) y una tetraploide (*Gossypium hirsutum*), que en conjunto constituyen un acervo genético útil en el aprovechamiento y mejoramiento de este género, Pérez *et al.*, (2016).

La estrecha base genética de cultivares comerciales de algodón está asociada con un pequeño número de genotipos silvestres que se están utilizando durante la domesticación, la naturaleza alotetraploide del algodón Upland, las prácticas de fitomejoramiento y el predominio de los cultivares transgénicos en años recientes, CCIA (2016).

Dicho cultivo es catalogado como el cultivo no alimentario más importante a nivel mundial, ya que su papel es estratégico en muchos países y en el caso de México su cadena de valor representa negocios por varios miles de millones de pesos por año. Además, su cultivo es intensivo en mano de obra y es uno de los mayores generadores de empleo en el campo, SAGARPA (2014).

2.4 Algodón genéticamente modificado

El algodón Bt se sembró por primera vez con fines comerciales en 1996 en Australia y Estados Unidos. En 2007 se introdujeron variedades con genes “apilados” que ofrecen tolerancia a los herbicidas y que también incorporan el gen Bt. SAGARPA (2014).

Inicialmente las proteínas Bt fueron clasificadas en cuatro clases, basadas en el rango de sus hospederos. Así, por ejemplo, Cry1 es activa frente a lepidópteros, Cry2 actúa contra lepidópteros y dípteros, Cry3 contra coleópteros y Cry4 contra dípteros. Actualmente se conocen más de 60 clases de proteínas Cry, Krattiger (1997).

En el 2011 se sembraron 24.7 millones de hectáreas de superficie plantada con algodón transgénico a nivel mundial; incrementó el 18% de la producción con respecto a 2010 (21 millones de hectáreas), James (2011). Trece países cultivaron

algodón transgénico en 2011, 4 de los cuales incrementaron el área sembrada en más de un millón de hectáreas, James (2011).

2.5 Importancia del algodón

Es un cultivo altamente generador de mano de obra, y de los cuales se extrae en su estado original una mota a la cual se le llama “algodón hueso”; de la cual se genera hilados y tejidos para la fabricación de ropa, semilla para siembra y extracción de aceites comestibles e industriales, borra para la fabricación de sacos con fines industriales, así como la cajilla o cascarilla que es utilizada como insumo para raciones alimenticias en el sector ganadero y avícola, Retes *et al.*, (2013).

Las células epidérmicas de las semillas constituyen la fibra llamada algodón, CONABIO (2008). Otro subproducto de la despepitadora son las motas, pequeñas semillas inmaduras con fibras adheridas que son utilizadas en productos no tejidos, CSPA (2005).

El aceite vegetal obtenido de la semilla de algodón es utilizado para la cocina y la fabricación de jabones, y la torta de dicha semilla de algodón es muy apreciada por su alto contenido proteínico (24%) para usarse como alimento para animales y como fertilizante, Espinal *et al.*, (2005). En 2010, México produjo 243,000 toneladas de semilla de algodón e importó 179,500 a un precio de 302 dólares por tonelada, Financiera Rural (2011).

2.6 Ciclo del algodónero

Según Legiere, citado por Vázquez (2004), el ciclo del algodónero se divide en cinco fases, las cuales son:

1.- Fase de naciencia: de la germinación a la formación de los cotiledones, duración de 6 - 10 a 30 días.

2.- Fase "plántula o embrión: Desde la formación de los cotiledones al estadio de 3-4 hojas. Duración de 20 - 25 a 35 días.

3.- Fase de prefloración: De la formación de las 3-4 hojas al comienzo de la floración, duración de 30 a 35 días.

4.- Fase de floración: Duración de 50 - 70 días.

5.- Fase de la maduración de las cápsulas: duración de 50 - 80 días.

2.7 Requerimientos del cultivo

El algodón se cultiva en zonas tropicales y subtropicales del mundo, Vinent y Fajardo (2007). Excesiva sequedad o humedad en ciertas etapas del desarrollo de la planta (durando 5 a 7 meses) puede ser perjudicial para la calidad y producción del algodón e incluso puede llegar a matarla. UNCTAD (2013).

No germina por debajo de los 14°C, ya que es una planta que necesita de alta temperatura para su germinación. La temperatura óptima de germinación es entre 25 y 35 °C. Según algunos autores, se dice que la germinación se inicia cuando la media diaria de temperatura del suelo es 15.5 °C. La germinación es muy delicada, el terreno debe de estar bien preparado para facilitar la nacencia, si no tiene la humedad adecuada, no nace, y si se pasa de humedad, la semilla se pudre. Si después de nacer se tornan días fríos, la planta muere, caso que obliga a efectuar resiembras. Las raíces del algodónero necesitan terreno profundo y permeable para que respiren bien.

La maduración y apertura de los frutos exige mucha demanda de luz y temperatura, en caso contrario las lluvias le son perjudiciales en otoño. Durante los 30 días que preceden a la floración, el algodón es muy sensible a la sequía.

La temperatura óptima para el crecimiento vegetativo se sitúa entre 25 y 30°C; el desarrollo reproductivo se inicia aproximadamente a las 4-6 semanas después de la siembra con la formación de botones florales, seguidas, unas semanas más tarde, por la floración y el comienzo del desarrollo de las bellotas. La polinización y el cuajado de las bellotas se hace mejor en tiempo seco, pero con humedad en el terreno. La acidez y el exceso de cal perjudican a este cultivo por lo que requiere una reacción neutra alcalina y es bastante tolerante a la salinidad.

El algodón no es muy exigente en la fertilidad de suelos. En terrenos fértiles, arcillosos y sobre todo limosos; el desarrollo vegetativo es muy bueno, pero al transcurrir el ciclo hay cápsulas que no llegan a madurar, siendo la floración muy variable. En terrenos menos fértiles alcanza menos altura, pero fructifican bien y, sobre todo, es menor la cantidad de cápsulas que no llegan a madurar por alcanzar los fríos.

2.8 Importancia del análisis de la fibra del algodón

Existe una variabilidad en la calidad del algodón, debido a las diferencias varietales, tipo de suelo, temperaturas, lluvia, forma de riego, fertilización, prácticas de cultivo, ataque de plagas y enfermedades, exposición del algodón abierto antes de la recolección y desmotado. Los factores de calidad tales como longitud, resistencia, finura y madurez de la fibra están en gran parte determinados por el cultivar y la calidad de la semilla utilizada, también por el clima y las prácticas de cultivo durante el período de desarrollo de la fibra, Hequet (1998).

2.8.1 Longitud de fibra

La longitud de fibra es uno de los factores importantes que determina la calidad de fibra, ya que nos sirve para determinar el precio del algodón en el mercado internacional. La longitud de fibras es influida por los factores hereditarios, la humedad durante la época de floración y fructificación, localización

de frutos en la planta y las condiciones en las que se realice el despepite, Robles (1985).

Cuando la longitud es menor de 1 pulgada se considera fibra corta; cuando es de 1 1/8 se cataloga como fibra mediana; cuando es de 1 1/8 a 1 3/8 se considera como fibra larga y mayores de 1 3/8 se clasifica como fibra extra larga, SCA (1999).

2.8.2 Resistencia de fibra

Existe una relación directa entre la resistencia de la fibra del algodón y la calidad de las telas manufacturadas. Este análisis es importante para la calibración de las máquinas de hilandería y permite clasificar las fibras para usos diferentes. Se mide mediante el índice de Presley, el cual se obtiene con la resistencia de la fibra a la tensión de miles de libras por pulgada cuadrada a que es sometida, Vázquez (2004).

La clasificación de la resistencia de la fibra se representa de la siguiente manera.

Miles de libras por pulgada cuadrada.

Más de 95	Muy fuerte
85 a 95	Fuerte
76 a 84	Intermedia
66 a 75	Débil

2.8. Finura de fibra (Micronaire)

El Micronaire es una medida de finura y madurez de la fibra. Un instrumento de corriente de aire se usa para medir la permeabilidad del aire de una masa constante de fibras de algodón comprimidas en un volumen fijado. La tabla siguiente puede ser usada como una guía en la interpretación de las mediciones de micronaire (USDA, 2012).

Es un factor de calidad de la fibra que es determinada en gran parte por la genética de la semilla, fertilidad de suelo, bajas temperaturas, falta de humedad, falta de madurez fisiológica de la fibra; en base a la finura de la fibra se determina la calidad de la materia prima.

La finura de la fibra se clasifica de la siguiente manera.

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 a 5.9
Muy gruesa	De 6.0 en adelante

2.8.4 Uniformidad de fibra

La uniformidad de la longitud puede afectar la regularidad y la resistencia del hilado y la eficiencia del proceso de hilatura. Está relacionada con el contenido de fibra corta (fibra más corta que media pulgada). El algodón con bajo índice de uniformidad tiene un alto porcentaje de fibras cortas y puede ser difícil de procesar, así como producir hilados de baja calidad (USDA, 2012).

Los valores del índice de uniformidad se representan de la siguiente manera.

Debajo de 77	Muy baja
77 a 80	Baja
81 a 84	Media
85 a 87	Alta
87 y mayor	Muy alta

2.9 Época de siembra

La época óptima para iniciar la siembra del algodón en la comarca lagunera, con el programa de alta productividad es del 20 de marzo al 15 de abril, SAGARPA (2015).

2.10 Método y densidad de siembra

Para la siembra de todas las variedades, se utiliza semilla desbarrada químicamente a razón de 12 a 13 kilogramos por hectárea en promedio. La siembra se hace en húmedo y la semilla se deposita a una profundidad de 3.5 a 4 centímetros, procurando que no quede demasiado enterrada. Se recomienda sembrar con distanciamiento entre hileras de 0.76 metros, dejando una planta cada 12 centímetros, para obtener una población aproximada de 120 mil plantas por hectárea, SAGARPA (2015).

2.11 Riegos

Cuando el sistema de riego es superficial la distribución y número de riegos es el siguiente: un riego de presembrado con lámina de 20 centímetros y tres riegos de auxilio con lámina de 12 centímetros cada uno, SAGARPA (2015). 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 la siguiente manera:

Primer auxilio: a los 55 - 60 días después de la siembra, que coincide con el inicio de la floración.

Segundo auxilio: a los 75 – 80 días después de la siembra, cuando en la planta han transcurrido tres semanas de iniciada la floración.

Tercer auxilio: a los 95 – 100 días después de siembra y lleva cubierta su sexta semana de floración.

2.12 Fertilización

Es difícil establecer de forma general recomendaciones de abonado en el cultivo del algodón, pues las necesidades de nutrientes dependen de numerosos factores, tales como el clima, tipo de suelo, sistema de cultivo, cultivar, etc. Los análisis de suelo sirven para mostrar las principales carencias de nutrientes e indicar su corrección y las pautas a tener en cuenta en los ensayos de respuesta. Éstos proporcionan recomendaciones más fiables, aunque es necesario efectuarlos en gran número y cada año.

El conocimiento de la fisiología del crecimiento y de la nutrición del algodón suministra principios básicos para establecer la fertilización; asimismo, el análisis de tejidos de la planta, sobre todas las hojas, puede proporcionar una información precisa sobre el estado nutricional de la planta, Gutiérrez (2012).

Para la obtención de los máximos rendimientos es indispensable aplicar la fórmula de fertilización 150-50-00, la cual varía dependiendo únicamente del cultivo anterior y de la fertilización de un ciclo anterior. La cantidad del 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 a la siembra, SAGARPA (2015).

2.13 Variedades

2.13.1 Fibermax 1740 B2F

Variedad transgénica de ciclo precoz intermedio 130-150 días, porte medio, cápsula ovalada mediana, ramas vegetativas 1-2, ramas fructíferas 17-19 ramas, bajo uso de reguladores de crecimiento, con fibra resistente de longitud media larga, de alta uniformidad y 41-43.4 % de fibra, resistente al herbicida glifosato y a lepidópteros.

2.13.2 Fibermax 1830 GLT

Variedad transgénica resistente al herbicida glifosato y a lepidópteros, excelente potencial de rendimiento con fibra excepcional, tolerante a marchitamiento por *Verticillium* y resistencia bacteriana, hoja con pubescencia suave, de ciclo precoz intermedio, altura media.

2.13.3 Fibermax 1900 GLT

Variedad transgénica resistente al herbicida glifosato y a lepidópteros además tolerante a tormentas y al tizón bacteriano del algodón *Xanthomonas citri*, adaptada a la producción de riego total y limitada con un excelente potencial de rendimiento y calidad de fibra, planta de buen vigor, hojas con pubescencia semisuave de madurez intermedia y altura media.

2.13.4 Fibermax 2007 GLT

Variedad transgénica resistente al herbicida glifosato y a lepidópteros, de excelente rendimiento y un potencial de calidad de fibra, buena eficiencia en el uso del agua, tasas bajas de administración de reguladores de crecimiento, tolerante a tormentas, hojas con pubescencia semisuaves, madurez intermedia y de altura media.

2.13.5 Fibermax 2334 GLT

Variedad transgénica de alto rendimiento similar a FM 1830 GLT, resistente al añublo bacteriano y buena tolerancia al marchitamiento por *Verticillium*, hoja con pubescencia suave, ciclo tardío y de altura media.

2.13.6 Deltapine 0912 B2RF

Es una variedad transgénica con excelente vigor vegetativo, con un crecimiento inicial fuerte y buena tolerancia al calor. Muy buena respuesta a reguladores de crecimiento. Estabilidad y consistencia a través de diferentes tipos de suelo y condiciones de riego ilimitado. Ciclo precoz con un tipo de hoja semilisa, planta de tamaño medio, resistente al herbicida glifosato y a lepidópteros.

2.13.7 Deltapine 1321 B2RF

Es una variedad transgénica que tiene un alto potencial de rendimiento en condiciones de suelos fértiles y agricultura intensiva, con adaptaciones a los

diferentes ambientes climáticos de las zonas algodonereras de México, permite cosechas limpias. Por ser de ciclo precoz permite alcanzar la madurez de fibra óptima y ofrecer el estándar de micronaire que requiere la industria textilera. Tipo de hoja semilisa, planta de tamaño mediana-alta, resistente al herbicida glifosato y a lepidópteros.

2.13.8 Deltapine 0935 B2RF

Es una variedad transgénica de tamaño medio, ciclo intermedio de tipo arbustivo con hoja lisa, excelente resistencia al chorreado y con muy buena retención de bellotas. No presenta nectarios, por lo que es menos atractiva para insectos chupadores. Excelente estabilidad y potencial de rendimiento a través de diferentes tipos de suelo y condiciones de riego. Requiere dosis menores de reguladores de crecimiento con excelente respuesta a la defoliación, la cosecha con pizcadora tipo “picker” es muy limpia. Resistente al herbicida glifosato y a lepidópteros.

2.13.9 Deltapine 1441 RF

Es una variedad de madurez tardía con hojas semilisas de estructura media, con buen rendimiento y calidad de fibra.

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 los municipios de Indé y Villa Hidalgo del estado de Durango, al sureste con Zacatecas y al este, con el municipio de Parras, Coahuila (García 2004, citado por Lozano, 2012). La altura media sobre el nivel del mar es de 1,200 metros, su topografía es en términos generales plana y de pendientes suaves, que varían de 0.2 a 1 m/km, generalmente hacia 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 que 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 Enriqueta García, es de tipo muy seco o desértico, semicálido con un invierno fresco (Lozano, 2012).

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 presente estudio se realizó en el Rancho el “Buitre”, propiedad de la UAAAN, localizado en el ejido el Retiro, municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila, México, que pertenece a la región de la Comarca Lagunera ubicado entre los paralelos 103° 06' 34.9'' longitud oeste y 25° 50' 02.6'' longitud norte.

3.4 Preparación del terreno

Las labores culturales se llevaron a cabo durante el mes de febrero y de marzo del 2017; para el establecimiento del cultivo de Algodón (*Gossypium hirsutum* L.) primero se efectuó un barbecho a una profundidad de 35 cm, posteriormente se llevó a cabo el rastreo, así como el paso de escrepa para una mejor nivelación del terreno, finalmente la corrugación para establecer la siembra dejando una distancia de 75 cm entre surcos.

3.4.1 Riego de siembra

Este riego se llevó acabo el día 1 de abril del 2017, para poder sembrar cuando el terreno estuviera a capacidad de campo y las condiciones fueran óptimas.

3.4.2 Cultivo para siembra

La preparación del terreno para la siembra se llevó acabo con la cultivadora de picos llamada "lillingston", con el fin de tener una mejor aireación y romper la capa dura que se forma en el suelo después del riego, dejándolo listo para la siembra.

3.4.3 Siembra y fertilización

La siembra se realizó el día 13 de abril del año 2017, utilizando una sembradora de precisión en sistema de corrugación y a tierra venida, con una

distancia de 11.11 cm entre planta y planta, considerando la distancia entre hileras de 75 cm, para obtener una población de 120,000 plantas/ha. La primera fertilización se llevó a cabo al momento de la siembra; para el tratamiento 1 (Tres Riegos), se aplicó 250 kg de sulfato de amonio más 100 kg de MAP y para el tratamiento 2 (Cuatro Riegos), se aplicó 300 kg de sulfato de amonio; en la segunda fertilización se aplicaron 350 kg de sulfato antes del primer riego de auxilio para el tratamiento 1 y para el tratamiento 2, se aplicaron 200 litros de UAN 28 en el agua de riego del primer auxilio a los 50 días después de la siembra (DDS).

Cuadro 1. Épocas de aplicación y fertilizantes, utilizados en el cultivo del algodón en el tratamiento 1. UAAAN-UL. 2017

Fertilizante	Dosis /ha	No. de aplicaciones	DDS*
Sulfato de amonio	250 kg	1	0
MAP	100 kg	1	0
Sulfato de amonio	300 kg	1	49

DDS*= días después de la siembra

Cuadro 2. Épocas de aplicación y fertilizantes, utilizados en el cultivo del algodón en el tratamiento 2. UAAAN-UL. 2017

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

DDS*= días después de la siembra

3.4.4 Riegos de auxilio

En el siguiente cuadro se muestra el calendario de riegos para el cultivo del algodón, en la forma que se aplicaron fue por gravedad.

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

Riego	Fecha	DDS*
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* = días después de la siembra

Cuarto auxilio* = solo para el tratamiento 2

3.4.5 Control de maleza en el cultivo

Durante el ciclo del cultivo se presentó principalmente malezas como el zacate Johnson (*Sorghum halepense*), así como correhuela (*Convolvulus arvensis*); para su control se hicieron aplicaciones de herbicida que se indica a continuación.

Cuadro 4. Herbicida y épocas de aplicación en el cultivo del algodón UAAAN.UL.2017

Herbicida (i.a.)	Dosis (kg/ha)	Aplicaciones	DDS*
Glifosato	1.98	1	12*
Glifosato	1.98	1	31
Glifosato	1.98	1	68
Glifosato	1.98	1	116
Glifosato	1.98	1	134*

DDS* = días después de la siembra

12* = a 12 días después de la siembra se realizó una aplicación de herbicida a 10 ha

134* = a 134 días después de la siembra se realizó una aplicación de herbicida a 16 ha

3.4.6 Control de plagas durante el ciclo

Se presentaron problemas principalmente con el picudo del algodónero (*Anthonomus grandis* Boheman); y en segundo plano problemas de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*). Para el control del picudo se llevaron a cabo 8 aplicaciones de insecticidas y para la mosquita blanca dos aplicaciones de insecticidas. Los insecticidas utilizados se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Principales plagas que se presentaron en el cultivo del algodónero y su control. UAAAN-UL. 2017

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

DDS* = días después de la siembra

3.4.7 Defoliación

La defoliación es una práctica que se lleva a cabo previo a la cosecha, con el fin de que la planta desprenda las hojas, evitando así la mezcla de basura con el algodón hueso a la hora de la cosecha; la aplicación de los productos se llevó a cabo con avioneta cuando se tenía de un 70 a 80 % de bellotas abiertas, utilizando los productos enlistados en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Productos utilizados para la defoliación en el algodónero. UAAAN-UL. 2017

Producto	Dosis (l/ha)	DDS*
DEF	1.6	150
DROP	0.2	150
DEF	1.7	166
DROP	0.250	166

DDS* = días después de la siembra

3.4.8 Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual en la parcela útil, para ello se marcó mediante estacas e hilo la parcela útil a cosechar. Cada parcela total estaba conformada de dos hileras centrales, cada hilera tenía una distancia de 3 m y a una distancia de 75 cm entre hileras. Lo cosechado de cada parcela útil se pesó para obtener el rendimiento por parcela, y posteriormente calcular el rendimiento por hectárea.

3.5 Diseño experimental y tamaño de la parcela total y útil para cada tratamiento.

Se realizaron dos tratamientos con 9 variedades y 4 repeticiones, los cuales se distribuyeron en un Diseño de bloques al azar, con un Arreglo Bifactorial (9x2) por lo que el lote experimental consistió de un total de 72 parcelas totales con 20 surcos de 125 metros para un área de 2500 m² por parcela en cada tratamiento y repetición. La parcela útil fueron solo las 2 hileras centrales de 3 m centrales con un área de 4.5 m².

		T2R1 DPO912B2RF
		T2R2 DP0912B2RF
		T2R3 DP0912B2RF
		T2R4 DP0912B2RF
		T2R1 DP1321B2RF
		T2R2 DP1321B2RF
		T2R3 DP1321B2RF
		T2R4 DP1321B2RF
		T2R1 DP0935B2RF
		T2R2 DP0935B2RF
		T2R3 DP0935B2RF
		T2R4 DP0935B2RF
		T2R1 DP1441RF
		T2R2 DP1441RF
		T2R3 DP1441RF
		T2R4 DP1441RF
T1R1 FM1740B2F	T1R1 DPO912B2RF	T2R1 FM1740B2F
T1R2 FM1740B2F	T1R2 DP0912B2RF	T2R2 FM1740B2F
T1R3 FM1740B2F	T1R3 DP0912B2RF	T2R3 FM1740B2F
T1R4 FM1740B2F	T1R4 DP0912B2RF	T2R4 FM1740B2F
T1R1 FM1830GLT	T1R1 DP1321B2RF	T2R1 FM1830GLT
T1R2 FM1830GLT	T1R2 DP1321B2RF	T2R2 FM1830GLT
T1R3 FM1830GLT	T1R3 DP1321B2RF	T2R3 FM1830GLT
T1R4 FM1830GLT	T1R4 DP1321B2RF	T2R4 FM1830GLT
T1R1 FM1900GLT	T1R1 DP0935B2RF	T2R1 FM1900GLT
T1R2 FM1900GLT	T1R2 DP0935B2RF	T2R2 FM1900GLT
T1R3 FM1900GLT	T1R3 DP0935B2RF	T2R3 FM1900GLT
T1R4 FM1900GLT	T1R4 DP0935B2RF	T2R4 FM1900GLT
T1R1 FM2007GLT	T1R1 DP1441RF	T2R1 FM2007GLT
T1R2 FM2007GLT	T1R2 DP1441RF	T2R2 FM2007GLT
T1R3 FM2007GLT	T1R3 DP1441RF	T2R3 FM2007GLT
T1R4 FM2007GLT	T1R4 DP1441RF	T2R4 FM2007GLT
T1R1 FM2334GLT		T2R1 FM2334GLT
T1R2 FM2334GLT		T2R2 FM2334GLT
T1R3 FM2334GLT		T2R3 FM2334GLT
T1R4 FM2334GLT		T2R4 FM2334GLT

Figura 1. Croquis de la distribución de los tratamientos en el ensayo, donde T1 (tres riegos de auxilio) y T2 (cuatro riegos auxilio).

3.6 Tratamientos ensayados en el experimento

Cuadro 7. Tratamientos, dosis de fertilización y número de riegos aplicados. UAAAN-UL. 2017

Tratamiento	Variedad	Fertilización	Número de riegos
1	FM 1740 B2F	600 kg de sulfato de amonio + 100 kg de MAP	3
	FM 1830 GLT		
	FM 1900 GLT		
	FM 2007 GLT		
	FM 2334 GLT		
	DP 0912 B2RF		
	DP 1321 B2RF		
	DP 0935 B2RF		
DP 1441 RF			
2	FM 1740 B2F	300 kg de sulfato de amonio + 200 litros de UAN 28	4
	FM 1830 GLT		
	FM 1900 GLT		
	FM 2007 GLT		
	FM 2334 GLT		
	DP 0912 B2RF		
	DP 1321 B2RF		
	DP 0935 B2RF		
DP 1441 RF			

3.7 Componentes de rendimiento

Son aquellas cualidades anatómicas y fisiológicas inherentes de la planta que ayudan a entender y evaluar el problema que se está presentando, además que nos ayudan a determinar el rendimiento final que se obtendrá por hectárea.

3.7.1 Peso del capullo

Para determinar el peso del capullo se seleccionaron 20 capullos al azar por parcela total, posteriormente en laboratorio se pesaron cada una de las muestras obtenidas en una báscula, teniendo así el peso de los 20 capullos, el peso final de la muestra se dividió entre 20 (número de capullos colectados) y de esta forma se obtiene el peso del capullo representado en (g).

3.7.2 Porcentaje de Fibra

Para determinar el porcentaje de fibra se utilizó el peso total de la muestra (20 capullos) que representaba el 100%, posteriormente cada muestra, se despepitó en un laboratorio separando la fibra de la semilla, ya separada se pesó la fibra y se multiplicó por el 100% y el resultado se dividió entre el peso total de la muestra.

Ejemplo: Parcela: tratamiento 1: Fibermax 1740B2F; Repetición 1

Peso total de la muestra: 116.3 gr; Peso fibra; 50.2 g

116.3 g ----- 100%

50.2 g ----- % % Fibra=43.2%

3.7.3 Porcentaje de semilla

Para poder determinar el porcentaje de semilla, el peso total de la muestra (20 capullos) representaba el 100%, posteriormente cada muestra, se despepitó en un laboratorio separando la fibra de la semilla, ya separado se pesó la semilla y se multiplicó por el 100%, el resultado se dividió entre el peso total de la muestra.

Ejemplo

Parcela: tratamiento 1: Fibermax 1740B2F; Repetición 1

Peso total de la muestra: 116.3 g; Peso semilla 63.5 g

116.3 g ----- 100%

63.5 g ----- % % Semilla= 54.6 %

3.7.4 Índice de semilla

Para obtener el índice de semilla una vez despepitadas las muestras, en el laboratorio se contaron 100 semillas de cada muestra y se pesaron, el peso obtenido es el índice de semilla expresado en (g).

3.7.5 Número de capullos por planta

Para definir el número de capullos que presenta cada planta, en cada parcela total se seleccionó una planta al azar y se contó el número de capullos que tenía esa planta.

3.7.6 Rendimiento algodón hueso (kg/ha)

Par obtener el rendimiento de algodón hueso, se cosechó de forma manual 3 m lineales en dos hileras centrales de cada parcela útil y se pesó en una báscula lo obtenido, para posteriormente transformar el rendimiento de algodón hueso por parcela útil a rendimiento de algodón hueso por hectárea.

Ejemplo: Parcela: tratamiento 1: Fibermax 1740B2F; Repetición 1 Área: 4.5 m²

Rendimiento en parcela Fibermax 1740B2F 1915 g o 1.9 kg

En 4.5 m² se cosecharon 1915 g

Rendimiento hueso= $10,000 \text{ m}^2 \times 1915 \text{ g} / 4.5 \text{ m}^2 = 4,255,556 \text{ g}$
 $= 4,255,556 / 1000 \text{ g/kg} = 4,256 \text{ kg/ha.}$

3.7.7 Rendimiento algodón pluma (kg/ha)

Para determinar el rendimiento de algodón pluma, que es una de variables más importantes para el agricultor por el valor en el mercado, se tomó en cuenta el valor del porcentaje de fibra, multiplicando ese valor por el resultado de rendimiento hueso y dividiéndolo entre cien.

Ejemplo: Parcela: tratamiento 1: Fibermax 1740B2F; Repetición 1 %Fibra: 43.2

Rendimiento hueso: 4,256 kg/ha. $4,256 \times 43.2 = 183,859$; $183,859 / 100 = 1,838 \text{ kg de algodón pluma por ha.}$

3.8 Calidad de fibra

La calidad de la fibra es una de las características más importantes a tomar en cuenta cuando se lleva a cabo la venta de la fibra; la calidad va a depender principalmente de la variedad que se haya sembrado, el manejo agronómico que se lleve a cabo y también es muy influenciado por las condiciones del medio ambiente. Para determinar la calidad de fibra del algodón, las muestras de fibra de algodón fueron enviadas al laboratorio de análisis de fibras ubicado en el Campo Experimental la Laguna del INIFAP y analizadas mediante HVI (High Volume Instrument). Los parámetros a determinar fueron finura (micronaire), longitud de la fibra, resistencia y uniformidad.

3.8.1 Longitud de Fibra

La longitud de fibras es influida por los factores hereditarios, la humedad durante la época de floración y fructificación, localización de frutos en la planta y las condiciones en las que se realice el despepite (Robles, 1985).

La longitud de fibra es la longitud promedio de la mitad más larga de las fibras (longitud media de la mitad superior). Es medida pasando una "barba" de fibras paralelas a través de un punto de detección, se evalúa en pulgadas o en fracciones de ellas, siendo las más usuales expresadas en octavos, dieciseisavos y treintaidosavos. La barba es formada cuando las fibras de una muestra de

algodón son tomadas por una grapa, después peinada y cepillada para enderezar y paralelizar las fibras (USDA, 2012).

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

Medida de longitud (Pulgadas o fracciones)	Descripción
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

3.8.2 Resistencia de la fibra

La resistencia de la fibra es influida por factores hereditarios, medio ambiente, grado de madurez, espesor de las paredes de las fibras individuales, época de la floración, falta de elementos nutrientes encargados de aumentar el contenido de carbohidratos en la planta (Robles 1985).

Las mediciones de resistencia de fibra son informadas en términos de gramos por tex. Una unidad tex es igual al peso en gramos de 1,000 metros de fibra. Por lo tanto, la resistencia formada es la fuerza en gramos requerida para

romper una cinta de fibra de un tex de tamaño; el algodón con alta resistencia de fibra probablemente tenga menos rotura durante el proceso manufacturero (USDA, 2012).

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

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

3.8.3 Finura (micronaire) de fibra

La finura de la fibra es influida por factores hereditarios, pobreza del suelo, falta de humedad, bajas temperaturas, falta de madurez de la fibra, es usada para determinar finura de la fibra del algodón, mediante el conocimiento de la finura se determina las proporciones de materias primas de diferentes características y calidades (Robles, 1985). El Micronaire es una medida de finura y madurez de la fibra. Un instrumento de corriente de aire es usado para medir la permeabilidad del aire de una masa constante de fibras de algodón comprimidas en un volumen

fijado. La tabla siguiente puede ser usada como una guía en la interpretación de las mediciones de micronaire (USDA, 2012).

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

Micronaire	Descripción
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

3.8.4 Uniformidad de fibra

La uniformidad de la longitud es la relación entre la longitud media y la longitud media de la mitad superior de las fibras y es expresada en porcentaje. Si todas las fibras el fardo fueran de la misma longitud, la longitud media y la longitud media de la mitad superior serian iguales, el índice de la uniformidad seria 100.

Cuadro 11. Interpretación de los resultados del análisis de Uniformidad por el método de USTER® HVI 1000.

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

La uniformidad de la longitud puede afectar la regularidad y la resistencia del hilado y la eficiencia del proceso de hilatura. Está relacionada con el contenido de fibra corta (fibra más corta que media pulgada). El algodón con bajo índice de uniformidad tiene un alto porcentaje de fibras cortas y puede ser difícil de procesar, así como producir hilados de baja calidad (USDA, 2012).

3.9 Análisis de varianza

Se llevó a cabo el Análisis de Varianza mediante el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System), con un diseño experimental Bloques al Azar y un arreglo Bifactorial donde el factor (A) son Variedades y el factor (B) Número de Riegos, utilizando el método de Tukey para la prueba de medias.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento

4.1.1 Rendimiento de Algodón Hueso en Kg/Ha

El análisis de varianza para este carácter de vital importancia en la elección de una determinada práctica agrícola señaló diferencias altamente significativas para los factores Tratamientos, Variedades (A) y Número de Riegos (B) en referencia a esta variable. (Cuadro 12).

Cuadro 12. Rendimiento de algodón hueso en kg/ha de nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus combinaciones. UAAAN-UL. 2017

Tratamiento / Variedades	FM 1740B2F	FM 1830GLT	FM 1900GLT	FM 2007GLT	FM 2334 GLT	DP 0912B2RF	DP 1321 B2RF	DP 0935 B2RF	DP 1441RF	Media
Tres Riegos	5,006 abcd*	5,763 ab	4,687 abcd	4,005 d	5,915 a	3,877 d	4,542 abcd	4,871 abcd	4,041 cd	4,745 b
Cuatro Riegos	5,349 abcd	5,881 ab	5,309 abcd	5,665 abc	6,031 a	4,780 abcd	4,587 abcd	4,738 abcd	4,282 bcd	5,180 a
Media	5,178 abc	5,822 ab	4,998 abc	4,835 bc	5,973 a	4,329 c	4,565 c	4,805 bc	4,162 c	4,963

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

Al respecto, analizando el factor Tratamientos el máximo rendimiento se alcanzó con la variedad FM2334GLT con 6,031 kilogramos por hectárea con el suministro de cuatro riegos de auxilio; sin embargo, cabe resaltar que el mismo cultivar con tres riegos solo se ve superado con 116 kg siendo estadísticamente igual entre sí dicha diferencia, pero representando un ahorro de 1200-1500 metros cúbicos de agua. También digno de resaltar es el hecho que la variedad

FM1740B2F que es actualmente la que ocupa la mayor superficie y con el mismo manejo de agua fue superada con 682 kg de algodón hueso por lo que si se considera un promedio de 45% de pluma dicha cantidad representa 306 kg de algodón pluma con el consecuente beneficio económico. De igual manera dentro del grupo del tipo Fibermax el cultivar FM 1830GLT supera a FM1740B2F con 644 kilogramos.

Dentro de las diferentes combinaciones dadas entre los dos factores considerados y sus niveles cabe destacar el comportamiento de DP1321B2RF la que con tres auxilios (4542 kilogramos) solo incrementó en 45 kilos su producción con la adición de un riego, esto muy probablemente debido a su carácter de precocidad.

Referente al factor variedades (A) sobresalen las variedades; FM2334GLT con 5,973 kg/ha, FM1830GLT con 5,822 kg/ha, FM1740B2F con 5,178 kg/ha y FM1900GLT con 4,998 kg/ha. Estadísticamente iguales entre sí y diferentes a las del tipo Deltapine. Dichas diferencias grupales son de la magnitud de 743 kg a favor del tipo Fibermax. Referenciando a FM2334GLT como el mejor cultivar con 5973 kg se puede observar que supera al promedio de su tipo con 765 kg y al grupo Deltapine con 1508 kg, incluso ninguna de éstas logró ubicarse sobre la media general de 4963 kg.

Siendo estadísticamente diferentes sus diferencias, la aplicación de cuatro auxilios solo logró incrementar con 435 kg/ha a la de tres riegos, por lo que es de considerarse la relación beneficio / costo de dicha relación en una región donde dicho factor es limitado.

4.1.2 Rendimiento de Algodón Pluma Kg/Ha.

Se detectó mediante el análisis de varianza diferencias altamente significativas para los factores Tratamientos, Variedades (A) y Número de Riegos (B), no así para la interacción. (Cuadro 13).

Cuadro 13. Rendimiento de algodón pluma en kg/ha de nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus combinaciones. UAAAN-UL. 2017

Tratamiento / Variedades	FM 1740B2F	FM 1830GLT	FM 1900GLT	FM 2007GLT	FM 2334 GLT	DP 0912B2RF	DP 1321 B2RF	DP 0935 B2RF	DP 1441RF	Media
Tres Riegos	2,158 abcde*	2,680 abc	1,976 cde	1,700 de	2,735 ab	1,598 e	1,961 cde	2,092 abcde	1,706 de	2,067 b
Cuatro Riegos	2,357 abcd	2,661 abc	2,194 abcde	2,353 abcd	2,749 a	2,008 bcde	2,012 bcde	2,033 abcde	1,874 de	2,249 a
Media	2,257 bc	2,670 ab	2,085 cd	2,027 cd	2,742 a	1,803 cd	1,987 cd	2,063 cd	1790 d	2,158

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

En cuanto al factor Tratamientos sobresalieron las variedades FM2334GLT con 2,749 kg/ha y FM1830GLT con 2,661 kg/ha. Al igual que el anterior parámetro para el cultivar primeramente citado, el incremento de un auxilio solo se reflejó en 14 kilogramos de algodón pluma, cantidad insignificante para un insumo limitado

en esta región. Si se considera que FM1740B2F es el predominante por la superficie ocupada, su producción media es superada con 392 kg/ha por FM2334GLT respuesta a ser considerada en un futuro próximo para sustituir a FM1740B2F. Además si se considera un precio de US 0.72 tal diferencia en moneda nacional es de \$11,190 a favor de FM2334GLT.

Observando las tendencias dentro de cada variedad en ser sometidas a un incremento en el número de auxilios se observa mejor respuesta en las del tipo Fibermax con rangos que fluctúan desde 199-653 kg/ha con solo un retroceso de 19 kg/ha para FM1830GLT muy probablemente debido a su carácter de precocidad. Positivas, aunque en menor cuantía se detectó para las de tipo Deltapine con rangos de 51-410 kg/ha.

Efectuando un simple análisis del comportamiento varietal, se vuelve a demostrar al menos en este estudio preliminar la superioridad del tipo Fibermax con un promedio de 445kg/ha sobre Deltapine lo que en términos económicos representa \$12,703.00 M.N. /100.

Igual similitud se señala al compararse dentro del tipo Fibermax, ya que el mejor comportamiento alcanzado por FM2334GLT con 2742kg/ha supera al promedio de sus homólogas con 482kg/ha. Lo que representa \$13,759.00 M.N. /100.

La aplicación de un mayor número de riegos se reflejó en un incremento en el rendimiento de algodón pluma siendo este de 182 kg/ha equivalente a 0.8 pacas de algodón pluma sobre el tratamiento con tres riegos de auxilio, por lo que llevando a cabo un análisis económico se tiene una ganancia de 288.6 dólares equivalente a \$5,195.00 M.N. /100 aplicando un cuarto riego de auxilio.

Los resultados del presente trabajo coinciden en cuanto al aumento del rendimiento algodón hueso o pluma con los obtenidos por Palomo *et al.* (2004), confirmando así que de acuerdo a las variedades y a las condiciones edáficas aumentar un cuarto riego de auxilio incrementa la producción.

4.2 Componentes de rendimiento

4.2.1 Peso de Capullo

El análisis de varianza para esta variable, influyente en la determinación del rendimiento detectó diferencia altamente significativa para los factores Tratamientos, Variedades (A) y Números de riegos (B). (Cuadro 14).

Cuadro 14. Peso del capullo expresado en gramos, de nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus combinaciones. UAAAN-UL. 2017

Tratamiento / Variedades	FM 1740B2F	FM 1830GLT	FM 1900GLT	FM 2007GLT	FM 2334 GLT	DP 0912B2RF	DP 1321 B2RF	DP 0935 B2RF	DP 1441RF	Media
Tres Riegos	5.8 abc*	5.5 bcde	5.7 abcd	4.9 f	5.2 def	5.0 ef	5.3 cdef	5.7 abcd	4.9 f	5.3 b
Cuatro Riegos	5.7 abcd	5.7 abcd	6.1 a	5.2 def	5.6 abcd	5.3 cdef	5.4 bcdef	5.9 ab	4.8 f	5.5 a
Media	5.8 a	5.6 ab	5.9 a	5.1 cd	5.4 bc	5.2 cd	5.4 bc	5.8 a	4.9 d	5.4

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

Dentro del factor Tratamientos sobresalieron: FM1900GLT con 6.1 g, DP0935B2RF con 5.8 g, DP0935B2RF con 5.8 g y FM1740B2F con 5.8 g, estadísticamente iguales entre si; en tanto que los menores pesos correspondieron al tipo Deltapine y dentro de ellas a DP144RF con 4.9 gramos.

Siendo estadísticamente significativas sus diferencias con los restantes los cultivares FM1900GLT, FM1740B2F y DP0935B2RF con 5.9 y 5.8 gramos respectivamente mostraron los valores más altos, en tanto que DP1441RF alcanzó el menor con 4.9. Respecto al factor número de riegos de auxilio el tratamiento con cuatro fue superior con 0.2 g sobre el tratamiento con tres riegos de auxilio.

4.2.2 Porcentaje de Fibra

Se encontró para este componente de suma importancia en la determinación del valor económico del cultivo únicamente diferencia altamente

significativa para el factor Tratamientos y Variedades (A), de acuerdo al análisis estadístico. (Cuadro15).

Cuadro 15. Porcentaje de fibra de nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus combinaciones. UAAAN-UL. 2017

Tratamiento/ Variedades	FM 1740B2F	FM 1830GLT	FM 1900GLT	FM 2007GLT	FM 2334 GLT	DP 0912B2RF	DP 1321 B2RF	DP 0935 B2RF	DP 1441RF	Media
Tres Riegos	43.1 cde*	46.5 a	42.1 e	42.5 cde	46.3 ab	41.1 e	43.2 bcde	42.9 cde	42.2 de	43.3
Cuatro Riegos	44.1 abcde	45.3 abcd	41.3 e	41.6 e	45.6 abc	42.0 e	43.9 abcde	42.9 cde	43.7 abcde	43.4
Media	43.6 b	45.9 a	41.7 bc	42.0 bc	45.9 a	41.6 c	43.6 b	42.9 bc	43.0 bc	43.3

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

Los valores obtenidos por las diferentes combinaciones originadas por los factores en estudio señalaron a FM1830GLT, FM2334GLT como los tratamientos con mejor expresión para este carácter con 46.5% y 46.3 %; dentro del tipo Fibermax a excepción de FM1900GLT cuyos porcentajes de 42.1 y 41.3 se ubicaron debajo de la media general, las restantes tienden a mostrar valores arriba de tal valor y ligeramente superiores a los obtenidos por las del tipo Deltapine.

4.2.3 Porcentaje de Semilla

Únicamente se encontró diferencia altamente significativa para el factor Tratamientos, Variedades (A) y diferencia significativa para la Interacción (AB), no así para el factor número de riegos. (Cuadro 16).

Cuadro 16. Porcentaje de semilla de nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus combinaciones. UAAAN-UL. 2017

Variedades(A)	FM 1740B2F	FM 1830GLT	FM 1900GLT	FM 2007GLT	FM 2334 GLT	DP 0912B2RF	DP 1321 B2RF	DP 0935 B2RF	DP 1441RF	Media
Tres Riegos	54.7 abc*	51.2 c	54.2 abc	55.9 a	51.5 c	57.2 a	55.3 ab	54.8 abc	51.7 bc	54.1
Cuatro Riegos	53.8 abc	52.1 bc	56.2 a	56.2 a	51.5 c	55.9 a	53.8 abc	55.2 ab	54.8 abc	54.4
Media	54.3 c	51.7 d	55.2 abc	56.1 ab	51.5 d	56.5 a	54.5 abc	55.0 abc	53.2 cd	54.2

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

En cuanto al factor variedad sobresalieron las variedades; DP0912B2RF con 56.5 %, FM2007GLT con 56.1 %, FM1900GLT con 55.2 %, DP0935B2RF con 55.0 % y DP1321B2RF con 54.5 %, mostrándose que la mayoría de las variedades sobresalientes son de Deltapine. En cuanto a la interacción variedad-riegos el mayor valor para este carácter es presentado en los tratamientos que recibieron cuatro riegos de auxilio.

4.2.4 Índice de Semilla

En cuanto a la variable índice de semilla, se encontró diferencia altamente significativa para los factores Tratamientos, Variedades (A) y Riegos (B), de acuerdo al análisis de Varianza. (Cuadro 17).

Cuadro 17. Índice de semilla de nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus combinaciones. UAAAN-UL. 2017

Tratamiento / Variedades	FM 1740B2F	FM 1830GLT	FM 1900GLT	FM 2007GLT	FM 2334 GLT	DP 0912B2RF	DP 1321 B2RF	DP 0935 B2RF	DP 1441RF	Media
Tres Riegos	10.0 bcde*	9.0 efg	10.5 abc	9.5 cdefg	8.8 fg	9.5 cdefg	9.6 cdefg	10.0 bcde	8.6 g	9.5 b
Cuatro Riegos	10.0 bcde	9.7 cdefg	11.3 a	10.3 abcd	9.3 defg	9.8 cdef	9.6 cdefg	10.9 ab	8.6 g	9.9 a
Media	10.0 bc	9.4 cd	10.9 a	9.9 bc	9.1 de	9.6 cd	9.6 cd	10.5 ab	8.6 e	9.7

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

El efecto combinado de los factores bajo este estudio señaló como los más sobresalientes a: FM1900GLT y DP0935B2RF con 11.3 y 10.9 gramos respectivamente en tanto los restantes se ubicaron sobre la media general de 9.7 gramos con la excepción de DP1441RF con una semilla pequeña y que también se reflejó en el porcentaje de semilla.

Respecto al factor variedades sobresalieron las variedades; FM1900GLT con un peso de 10.9 g y DP0935B2RF 10.5 g; en tanto que el efecto del número de riegos se manifestó con un mayor valor para el tratamiento con cuatro riegos de auxilio.

4.2.5 Capullos por Planta

En cuanto a la variable capullos por planta se encontró diferencias altamente significativas para el factor Tratamientos y Variedades (A), de acuerdo al análisis de varianza respectivo. (Cuadro 18).

Cuadro 18. Capullos por planta de nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus combinaciones. UAAAN-UL. 2017

Tratamiento / Variedades	FM 1740B2F	FM 1830GLT	FM 1900GLT	FM 2007GLT	FM 2334 GLT	DP 0912B2RF	DP 1321 B2RF	DP 0935 B2RF	DP 1441RF	Media
Tres Riegos	14.4 ab*	15.9 a	8.3 ab	8.4 ab	13.1 ab	7.5 b	9.0 ab	9.2 ab	7.1 b	10.3
Cuatro Riegos	8.7 ab	13.0 ab	10.2 ab	11.7 ab	13.3 ab	9.0 ab	8.6 ab	8.1 ab	9.2 ab	10.2
Media	11.5 ab	14.4 a	9.2 b	10.0 ab	13.2 ab	8.3 b	8.8 b	8.6 b	8.1 b	10.2

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

El mayor valor presentado para este componente de rendimiento fue alcanzado por FM1830GLT con la aplicación de tres riegos con 15.9 capullos por planta; y el menor valor correspondió a Deltapine1441RF con 7.1. A excepción de FM1900GLT–tres riegos, y FM2007-tres riegos y FM1740-cuatro riegos dentro del tipo Fibermax las restantes combinaciones se ubicaron encima de la media general para este parámetro que fue de 10.2. En tanto que para los cultivares del tipo Deltapine ninguna combinación superó a dicho valor.

El comportamiento varietal con mayor atributo correspondió al tipo Fibermax que ubicó a cuatro de ellas iguales ó superiores a la media general, respuesta contraria en los tipos Deltapine.

4.3 Calidad de Fibra

4.3.1 Longitud de Fibra

En cuanto a la variable longitud de fibra, se encontró diferencia significativa para el factor Variedad (A), número de riegos (B) e interacción (AB), de acuerdo al análisis de varianza respectivo. (Cuadro 19).

Cuadro 19. Longitud de fibra en pulgadas de las nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus combinaciones. UAAAN-UL .2017

Tratamiento / Variedades	FM 1740B2F	FM 1830GLT	FM 1900GLT	FM 2007GLT	FM 2334 GLT	DP 0912B2RF	DP 1321 B2RF	DP 0935 B2RF	DP 1441RF	Media
Tres Riegos	1.1 defg*	1.2 abc	1.1 cdefg	1.1 cdefg	1.2 abcde	1.1 fg	1.1 cdefg	1.1 g	1.1 g	1.1 b
Cuatro Riegos	1.2 bcdef	1.3 a	1.2 a	1.2 abc	1.2 a	1.1 efg	1.2 abcd	1.2 cdef	1.2 cdef	1.2 a
Media	1.1 cd	1.2 a	1.2 ab	1.2 abc	1.2 a	1.1 d	1.2 bc	1.1 d	1.1 d	1.2

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

En cuanto al factor Variedades (A) sobresalieron las variedades FM1830GLT, FM2334GLT, FM1900GLT, FM2007GLT con 1.2” equivalente a la clasificación de fibra mediana y dentro de lo exigido por la industria textilera. En referencia al factor número de riegos (B) el tratamiento con cuatro auxilios de riego

resultó superior con 0.1” sobre el tratamiento de tres. La mejor interacción de variedad y número de riegos la obtuvimos con el tratamiento de Fibermax-1830GLT-cuatro riegos de auxilio 1.3” correspondiente a fibras medianas. Siendo las variedades de Fibermax superiores en general en longitud de fibra a las variedades Deltapine.

4.3.2 Resistencia de Fibra

En cuanto a la variable resistencia de fibra, únicamente se encontró diferencia significativa para los factores Variedades (A) y Número de Riegos (B). (Cuadro 20).

Cuadro 20. Resistencia de fibra de las nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus interacciones. UAAAN-UL. 2017

Tratamiento / Variedades	FM 1740B2F	FM 1830GLT	FM 1900GLT	FM 2007GLT	FM 2334 GLT	DP 0912B2RF	DP 1321 B2RF	DP 0935 B2RF	DP 1441RF	Media
Tres Riegos	29.8 cde*	31.8 abc	29.9 cde	29.8 cde	31.3 abcd	29.1 de	31.0 abcde	28.6 e	29.0 de	30.0 b
Cuatro Riegos	31.7 abc	32.6 ab	33.5 a	31.6 abc	32.9 a	29.7 cde	31.7 abc	30.3 bcde	30.3 bcde	31.6 a
Media	30.8 ab	32.2 a	31.7 a	30.7 ab	32.1 a	29.4 b	31.3 a	29.5 b	29.6 b	30.8

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

En el factor variedades sobresalen las variedades FM1830GLT, FM2334GLT con resistencia “muy fuerte” y FM1740B2F, FM1900GLT, FM2007GLT y DP0935B2RF con resistencia de fibra “fuerte”. En cuanto al factor número de riegos el tratamiento con cuatro riegos de auxilio resultó superior al

tratamiento con tres riegos, obteniendo la clasificación de fibras con resistencia “fuerte”. En general la mejor resistencia de fibra se presentó en las variedades Fibermax.

4.3.3 Finura de Fibra (Micronaire)

En cuanto a la variable finura (micronaire), se encontró diferencia significativa para los factores Variedades(A) e Interacción (AB) acorde al análisis estadístico. (Cuadro 21).

Cuadro 21. Finura de fibra de las nueve variedades de algodón bajo dos tratamientos de riego y sus interacciones. UAAAN-UL. 2017

Tratamiento / Variedades	FM 1740B2F	FM 1830GLT	FM 1900GLT	FM 2007GLT	FM 2334 GLT	DP 0912B2RF	DP 1321 B2RF	DP 0935 B2RF	DP 1441RF	Media
Tres Riegos	4.4 de*	4.6 cde	5.1 a	4.6 bcde	4.8 abcde	5.0 abc	5.0 abc	5.0 abc	5.0 abc	4.8
Cuatro Riegos	4.8 abcd	5.0 abc	4.9 abc	4.5de	4.7 abcde	5.0 ab	4.6 bcde	4.8 abcd	4.4 e	4.8
Media	4.6 c	4.8 abc	5.0 a	4.5 c	4.8 abc	5.0 a	4.8 abc	4.9 ab	4.7 bc	4.8

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

En referencia al factor variedades sobresalieron: FM2007GLT, DP0912B2RF, DP0935B2RF, FM1830GLT, FM2334GLT y DP1321B2RF con la clasificación de finura de fibra “gruesa”. Para la interacción los valores obtenidos tienden a clasificarlos como de fibra fuerte en tanto que el número de riegos no afecta la finura de fibra.

4.3.4 Uniformidad de Fibra

Se detectaron diferencias significativas para los Tratamientos, Variedades (A) y Números de Riegos B), de acuerdo al análisis estadístico. (Cuadro 22).

Cuadro 22. Uniformidad de fibra de las nueve variedades de algodón en respuesta de los diferentes tratamientos de riego UAAAN-UL. 2017

Tratamiento / Variedades	FM 1740B2F	FM 1830GLT	FM 1900GLT	FM 2007GLT	FM 2334 GLT	DP 0912B2RF	DP 1321 B2RF	DP 0935 B2RF	DP 1441RF	Media
Tres Riegos	80.4 abc*	79.5 abc	79.8 abc	78.3 c	80.9 abc	80.1 abc	81.2 abc	79.2 abc	78.5 bc	79.8 b
Cuatro Riegos	82.4 a	82.3 ab	82.8 a	81.5 abc	82.6 a	81.4 abc	82.9 a	81.2 abc	81.4 abc	82.0 a
Media	81.4 a	80.9 a	81.3 a	79.9 a	81.7 a	80.8 a	82.0 a	80.2 a	79.9 a	80.9

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

En cuanto al factor variedades no obstante haberse detectado diferencias estadísticas éstas no se reflejan en los niveles de significancia debido a la naturaleza de la prueba de Tukey, pero de acuerdo a la clasificación de uniformidad de fibra las variedades sobresalientes son; DP 1321B2RF, FM2334GLT, FM1740B2F, FM1900GLT, FM1830GLT y DP0912B2RF con clasificación mediana. En cuanto al factor número de riegos el tratamiento con cuatro riegos de auxilio resultó superior al tratamiento con tres riegos de auxilio, manteniendo la clasificación de uniformidad de fibra mediana.

Los resultados del presente trabajo coinciden con los obtenidos por Palomo *et al.* (2004) quién menciona que las propiedades físicas de longitud, resistencia,

finura y uniformidad de la fibra se deben más a factores genéticos; sin embargo, algunas variaciones en la humedad disponible pueden afectarlas.

V. CONCLUSIONES

1) El número de riegos de auxilio influye en el rendimiento de algodón hueso o pluma, ya que implementando un cuarto riego de auxilio podemos incrementar 435 kg de algodón hueso por hectárea equivalente a 181.8 kg de algodón pluma.

2) La aplicación del cuarto riego de auxilio incrementó la calidad de fibra en cuanto a longitud, resistencia y uniformidad.

3) Las variedades tipo Fibermax mostraron superioridad en cuanto a rendimiento, componentes de rendimiento y calidad de fibra sobre las variedades Deltapine.

4) La variedad FM2334GLT mostró un potencial para producir 5,915 kilogramos de algodón hueso con tres riegos de auxilio, resultados preliminares que la perfilan para sustituir a FM1740B2F que es la que se siembra actualmente en la Comarca Lagunera, utilizando tres riegos de auxilio y permitiendo el ahorro de 1200-1500 metros cúbicos de agua por hectárea en un cuarto auxilio de riego.

VI. BIBLIOGRAFIA

- CONABIO. 2008. Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM). Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad. CONABIO, México.
- Comité Sistema Producto Algodón. 2005. "Plan rector Sistema Producto Algodón. Segunda fase: diagnóstico inicial, base de referencia y estructura estratégica". SAGARPA, ITESM e INCA Rural, Reynosa, México.
- Comité Consultivo Internacional de Algodón (CCIA). 2017. Revista para el sector algodonero. Vol. XXXIV. Número 4, diciembre 2016.
- Comité Consultivo Internacional de Algodón (CCIA). 2018. Boletín para el sector algodonero.
- Comité Consultivo Internacional de Algodón (CCIA, 2018). Revista para el sector algodonero. Vol. XXXVI, Número 1, marzo 2018.
- Comité Consultivo Internacional de Algodón (CCIA). 2018. Revista para el sector algodonero. Vol. LXXII. Número 1, septiembre-octubre 2018.
- Comité Consultivo Internacional de Algodón (CCIA, 2019). Revista para el sector algodonero. Número 1, enero 2019.
- Espinal, C., Martínez, H., Pinzón, N. y Barrios, C. 2005. La cadena de algodón en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Documento de trabajo No. 53. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá.
- Financiera Rural. 2011. Monografía de la semilla de algodón. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial. Agosto 2011. México.

- Hequet, E. 1998. Determinación de la calidad del algodón. En "Tecnología de la fibra de algodón". Tomo I 3/98. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla, Pp. 279-329.
- James, k., V, C., y M, D., S. 2011. "Brazil's Cotton Industry: Economic Reform and Development". USDA Economic Research Service. Junio 2011. [en línea] www.ers.usda.gov [fecha de consulta 27/febrero/2018].
- Kohel, R.J. and of Lewis. 1984. Cotton American Society of Agronomy. Crop. Science Society of America Publishers. Madison, Wisconsin, U.S.A. P. 27-31.
- Krattiger, A. 1997. Insect resistance to crops: a case study of *Bacillus thuringiensis* (Bt) and its transfer to developing countries. ISAAA Briefs, No 2. Ithaca, Nueva York: ISAAA.
- Lozano, J.L. 2012. Análisis multiobjetivo de la distribución de agua en el sector agrícola de la Comarca Lagunera, México. Tesis de Maestro en Ciencias, COLPOS, Montecillo, Texcoco. Edo. de México. p. 11-12
- Miranda, W.R. 2008. Caracterización de la Producción del Cultivo de Algodonero (*Gossypium hirsutum* L.) en la Comarca Lagunera. Revista Mexicana de Agronegocios. Vol. XII. No.23.p. 697-698.
- Ochse, J.J., M.J. Soule Jr.-M.J. Dijkman y C. Wehlburg 1995. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Primera edición. Vol. II. Editorial Limusa, México, P. 1209.
- Palomo, G.A., Gaytán, M.A., Faz, C.R., Reta, S.D., Gutiérrez del Rio, E. (2004). Rendimiento y calidad de fibra de algodón en respuesta al número de riegos y dosis de nitrógeno. Terra Latinoamericana. Volumen 22(3). Pp. 299-305.
- Pérez, M., C., M. del R. Tovar G., Q. Obispo G., J. A. Ruiz C. & F. de J. Legorreta P. (2016). Los recursos genéticos del algodón en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Volumen 7(1). Pp. 5-16.

Robles, S.R. 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Primera edición. Editorial Limusa. P. 165-172.

Robles, S.R. 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Segunda edición. Editorial Limusa. P. 172-178.

Robles, S.R. 1985. Producción de oleaginosas y textiles. Segunda edición, Editorial Limusa Pp 137-140; 165-285.

Retes, L.R., Moreno, M.S., Denogean, B.F., Martín, R.M., Ibarra, F.F. (2013). Análisis de rentabilidad del cultivo del algodón en Sinaloa. Congreso Internacional en Administración de Empresas Agropecuarias: 944-952.

Sarmiento, A.A. 1978. Bases técnicas del cultivo del Algodonero en Colombia. Primera Edición. Sede de la Federación Nacional de Algodoneros. Bogotá, Colombia p.p 17.

Servicio de Comercialización Agrícola (SCA). 1999. Departamento de Agricultura de los EE.UU. Washington, D.C. 20250.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria 2002, 2007,2008 y 2009. Región Lagunera Coahuila-Durango.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA. 2014. Análisis de la cadena de valor en la producción de algodón en México. Informe final. 90 p.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2017. Planeación agrícola nacional 2017-2030. [en línea]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257068/Potencial-Algod_n.pdf. [Fecha de consulta 15/abril/18].

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Atlas Agroalimentario 2017.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Atlas agroalimentario 2012- 2018.

United States Department of Agriculture (USDA). 2012. Fiber quality. [en línea] <http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/> Cotton. [Fecha de consulta 15/abril/2018].

UNCTAD. 2013. Cotton. Market Information in the commodities áreas. [en línea] <http://r0.unctad.org/infocomm/anglais/cotton/market.htm#conso> [Fecha de consulta 27/enero/19].

Vinent E. y O. Fajardo. 2007. Parámetros agrícolas de ocho cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum*). Ciencia e Investigación Agraria. 24: 151-158.