

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EVALUACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE FLUTRIAFOL PARA EL
CONTROL DE PUDRICIÓN TEXANA POR *Phymatotrichopsis omnivora*
EN ALGODONERO EN LA COMARCA LAGUNERA**

POR

NORMAN IGNACIO ÁVILA SALDAÑA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TÍTULO DE TESIS

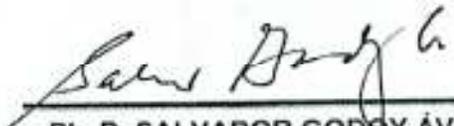
EVALUACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE FLUTRIAFOL PARA EL
CONTROL DE PUDRICIÓN TEXANA POR *Phymatotrichopsis omnivora* EN
ALGODONERO EN LA COMARCA LAGUNERA.

POR:

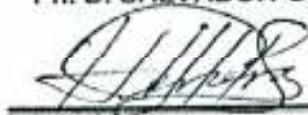
NORMAN IGNACIO ÁVILA SALDAÑA

APROBADA POR:

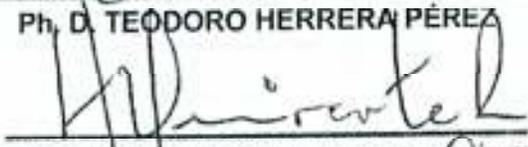
ASESOR PRINCIPAL:


Ph. D. SALVADOR GODOY ÁVILA

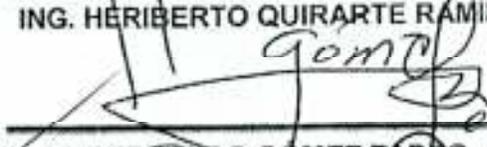
ASESOR:


Ph. D. TEODORO HERRERA PÉREZ

ASESOR:


ING. HERIBERTO QUIRARTE RAMÍREZ

ASESOR:


M.C. BERNARDO GÓMEZ TADEO


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA. MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2013

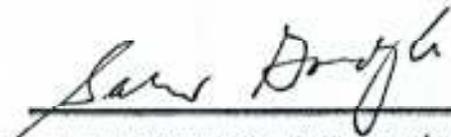
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. NORMAN IGNACIO ÁVILA SALDAÑA QUE SE SOMETE A
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:

PRESIDENTE:



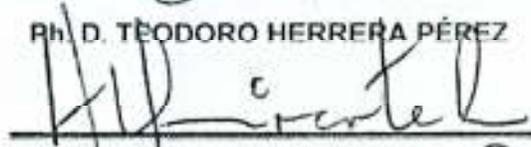
Ph. D. SALVADOR GODOY ÁVILA

VOCAL



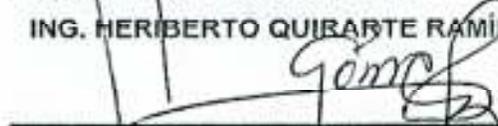
Ph. D. TEODORO HERRERA PÉREZ

VOCAL:



ING. HERIBERTO QUIBARTE RAMÍREZ

VOCAL:



M. C. BERNARDO GÓMEZ TADEO



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA. MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2013

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme salud y por las bendiciones recibidas, así como permitirme llegar a esta importante etapa de mi vida.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por darme la oportunidad de la realización y culminación de mis estudios para mi formación profesional y lograr uno de mis grandes anhelos.

A la empresa Cheminova Agroquímica S.A. de C.V. Por darme la oportunidad de llevar a cabo esta investigación en sus ensayos establecidos.

Al Ph. D. Salvador Godoy Ávila por darme la oportunidad de llevar a cabo este trabajo de investigación bajo su asesoría, por su apoyo, revisiones y valiosas sugerencias para la integración del documento.

Al M.C. Heriberto Quirarte Ramírez por su apoyo y paciencia en la revisión de este trabajo, por sus sugerencias para la culminación de este proyecto.

Al Ph. D. Teodoro Herrera Pérez por su apoyo y orientación en la revisión de este proyecto.

Al M.C. Bernardo Gómez Tadeo por su apoyo en la orientación técnica, revisión y sugerencias para llevar a cabo la culminación de este trabajo.

Al M.C. Bismarck Aguilar Garzón por su ayuda y orientación en la realización de este trabajo, por sus consejos y apoyo.

A todos los profesores del departamento de Fitomejoramiento, gracias por impartirme sus conocimientos y consejos durante mi formación profesional.

A mis compañeros con quienes compartimos y vivimos buenos momentos, gracias por su amistad brindada y compañerismo durante nuestra estancia en la universidad.

¡DIOS LOS BENDIGA A TODOS!

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Sr. Enrique Ávila Galindo

Sra. Violeta Saldaña Céspedes.

Gracias por darme la vida, brindarme su amor y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, que con el esfuerzo y trabajo supieron educarme y guiarme por el buen camino, gracias por esos sabios consejos que siempre llevo presentes y que me han llevado a ser mejor cada día mas; Gracias por tu apoyo papa por enseñarme a trabajar y salir adelante; a ti mama por tus oraciones y consejos mis logros son también suyos, estaré siempre agradecido con ustedes. Los amo y quiero mucho.

A MIS HERMANOS:

José Enrique Ávila Saldaña

Amelia Sarahi Ávila Saldaña

Por su gran cariño, apoyo y comprensión que siempre me han brindado, hoy he logrado culminar mi carrera profesional, gracias por sus consejos y alentarme a seguir adelante y ser una persona de bien, estoy muy agradecido con ustedes son un ejemplo a seguir y me siento muy orgulloso de ustedes, los amo y quiero mucho; Dios los bendiga siempre.

A mi cuñada: Gloria Zúñiga

Gracias por apoyarme siempre en los momentos buenos y malos de mi vida, por tus consejos y amistad brindada.

A mi cuñado: Edy Mérida Flores

Por tu apoyo en momentos buenos y malos de mi vida, por tus consejos y alentarme a seguir adelante y amistad brindada.

A mis Sobrinos: Enrique, Ared, Elías, Ximena y Elena

A mis familiares: (Abuelos, Tíos, Tías y Primo(a) s) que me apoyaron de una u otra forma durante este tiempo, por sus consejos y amistad brindada, dios los bendiga a todos.

A mi novia: Anahí

Por tu apoyo que siempre me has brindado para seguir mejorando cada día más, por brindarme tu amor, amistad y confianza durante estos años, por todos esos momentos que hemos compartido juntos, GRACIAS.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Pág.

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESÚMEN	xi
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	3
1.2 Hipótesis	3
II REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Distribución de la pudrición texana	4
2.2 Importancia económica de la enfermedad	5
2.3 Taxonomía de <i>Phymatotrichopsis omnivora</i>	6
2.4 Cambio de género del hongo	7
2.5 Ciclo de vida de <i>Phymatotrichopsis omnivora</i>	8
2.5.1 Morfología de la fase vegetativa: micelio, cordones miceliales y esclerocios	9
2.5.2 Fase de reproducción asexual; matas de esporas	10
2.6 Diseminación del hongo	11
2.7 Condiciones ecológicas favorables al fitopatógeno	11
2.8 Mecanismo de acción del hongo sobre la raíz	12
2.9 Síntomas que se presentan en el algodónero y crecimiento de las áreas de la enfermedad	13
2.10 Medidas de Control de la Pudrición Texana	15
2.10.1 Control cultural	15
2.10.2 Control biológico	16
2.10.3 Control químico	17
2.11 Características y rango de acción del fungicida Flutriafol	21
2.11.1 Rango de acción	21
2.11.2 Mecanismo de acción de Flutriafol sobre <i>Phymatotrichopsis omnivora</i> ...	22

2.12 Resultados de ensayos de Flutriafol en el control de pudrición texana en campos de algodónero.....	22
2.12.1 Primeros ensayos de campo con Flutriafol y otros fungicidas	22
2.12.2 Flutriafol aplicado vía riego por goteo	24
2.12.3 Flutriafol aplicado drenando la base de la planta.....	25
2.12.4 Flutriafol aplicado a la cama de siembra.....	25
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera	27
3.2 Aspectos Climatológicos	28
3.2.1 Clima.....	28
3.2.2 Temperatura	28
3.2.3 Precipitación	28
3.3 Localización del experimento.....	28
3.4 Preparación del terreno.....	29
3.4.1 Riego de siembra.....	29
3.4.2 Cultivo para siembra	29
3.4.3 Siembra y fertilización.....	30
3.4.4 Variedad y densidad de siembra.....	31
3.4.5 Riegos de auxilio.....	31
3.4.6 Control de maleza en el cultivo	32
3.4.7 Control de plagas durante el ciclo.....	32
3.4.8 Defoliación	33
3.4.9 Cosecha del algodón	34
3.5 Diseño experimental y tamaño de la parcela para cada tratamiento y de la parcela útil	34
3.6 Tratamientos ensayados en el experimento	35
3.7 Croquis del experimento	36
3.8 Variables Agronómicas Evaluadas.....	37
3.9 Por ciento (%) de plantas enfermas a los 30 ,60 y 90 días después de la aplicación.....	37
3.9.1 Número de plantas enfermas por hectárea.....	38
3.10 Componentes del rendimiento	38

3.10.1	Peso de capullo	38
3.10.2	Porcentaje de Fibra.....	39
3.10.3	Porcentaje de semilla.....	39
3.10.4	Índice de semilla	40
3.10.5	Número de capullos por planta	40
3.10.6	Plantas sin rendimiento.....	40
3.10.7	Rendimiento algodón hueso (kg/ ha)	41
3.10.8	Rendimiento algodón pluma (kg/ha)	41
3.11	Calidad de fibra	42
3.11.1	Longitud de fibra	42
3.11.2	Resistencia de la fibra.....	43
3.11.3	Finura (micronaire) de fibra.....	44
3.11.4	Uniformidad de fibra.....	45
3.12	Análisis estadístico.....	46
IV	RESULTADOS	47
4.1	Porcentaje de plantas enfermas.....	47
4.1.1	Porcentaje de plantas enfermas a los 30 Días Después de la Aplicación .	47
4.1.2	Porcentaje de plantas enfermas a los 60 Días Después de la Aplicación .	47
4.1.3	Porcentaje de plantas enfermas a los 90 Días Después de la Aplicación .	48
4.2	Componentes del rendimiento	52
4.2.1	Peso de capullo	52
4.2.2	Índice de semilla	53
4.2.3	Número de capullos por planta	54
4.2.4	Porcentaje de fibra	54
4.2.5	Porcentaje de semilla.....	55
4.2.6	Plantas sin rendimiento.....	56
4.2.7	Rendimiento algodón hueso kg/ha.....	58
4.2.8	Rendimiento algodón pluma kg/ha.....	59
4.3	Calidad de fibra	61
4.3.1	Longitud de fibra (LEN).....	61
4.3.2	Resistencia de fibra (STR).....	61

4.3.3 Finura de fibra (Micronaire).....	62
4.3.4 Uniformidad de fibra.....	63
V DISCUSIÓN	66
VI CONCLUSIONES	70
VII SUGERENCIAS	72
VIII BIBLIOGRAFIA	73
IX APÉNDICE	78

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Épocas de aplicación y fertilizantes utilizados en el cultivo del Algodonero UAAAN-UL. 2013.	44
Cuadro 2. Calendario de riegos y días de aplicación UAAAN-UL. 2013	45
Cuadro 3. Herbicidas utilizados y épocas de aplicación en el cultivo del Algodonero UAAAN-UL. 2013	46
Cuadro 4. Principales plagas que se presentaron en el cultivo y su control UAAAN-UL. 2013	46
Cuadro 5. Productos utilizados para la defoliación en el algodón UAAAN-UL. 2013	47
Cuadro 6. Tratamientos y dosis utilizados para el control de <i>Phymatotrichopsis omnivora</i> en el algodón en la Comarca Lagunera UAAAN-UL. 2013	48
Cuadro 7. Interpretación de los resultados del análisis de Longitud por el método de USTER® HVI 1000.	57
Cuadro 8. Interpretación de los resultados del análisis de Resistencia por el método de USTER® HVI 1000.	58
Cuadro 9. Interpretación de los resultados del análisis de Micronaire por el método de USTER® HVI 1000.	59
Cuadro 10. Interpretación de los resultados del análisis de Uniformidad por el método de USTER® HVI 100.	60
Cuadro 11. Porcentaje de plantas enfermas a los 30, 60 y 90 días después de la aplicación de diferentes dosis de Flutriafol, una de Propiconazol y un testigo sin aplicar para el control de pudrición texana en algodón UAAAN-UL. 2013	64

Cuadro 12. Total de plantas enfermas a los 30, 60 y 90 días después de la aplicación de diferentes dosis de Flutriafol, una de Propiconazol y un testigo sin aplicar para el control de pudrición texana en algodónero UAAAN-UL. 2013	66
Cuadro 13. Peso de capullo expresado en gramos para diferentes tratamientos evaluados para el control de pudrición texana en algodónero UAAAN-UL. 2013	67
Cuadro 14. Componentes del rendimiento para los diferentes tratamientos que se aplicaron para el control de pudrición texana en algodónero UAAAN-UL. 2013	70
Cuadro 15. Plantas sin rendimiento para los diferentes tratamientos aplicados para el control de pudrición texana en el algodónero UAAAN-UL. 2013	71
Cuadro 16. Rendimiento de algodón hueso en kg/ha para los diferentes tratamientos, utilizados para control de pudrición texana en algodónero UAAAN-UL. 2013	73
Cuadro 17. Rendimiento de algodón pluma expresado en kg/ha para los diferentes tratamientos utilizados para control de pudrición texana en algodónero UAAAN-UL. 2013	74
Cuadro 18. Valores promedio para los caracteres de longitud (LEN) y resistencia (STR) de los tratamientos evaluados para el control de pudrición texana en algodónero en la Comarca Lagunera UAAAN-UL. 2013	76
Cuadro 19. Valores promedio para los caracteres de finura (MIC) y uniformidad (UI) de los tratamientos evaluados para el control de pudrición texana en algodón en la Comarca Lagunera UAAAN-UL. 2013	78
Cuadro 20. Parámetros de exigencias comerciales por la industria textil UAAAN-UL. 2013	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Croquis de la distribución de los tratamientos en el ensayo.....**36**

Figura 2. Incidencia de la pudrición texana sobre los tratamientos a los 30, 60 y 90 días después de la aplicación..... **52**

RESÚMEN

El algodónero es un cultivo de gran importancia económica en la región lagunera, la inestabilidad en el precio y el comportamiento de los mercados internacionales han impactado en la superficie sembrada en México. En 2010 en Coahuila se sembraron 18,993 ha y se produjeron 57,160 toneladas con un valor en la producción de \$ 514.4 millones de pesos. La importancia social que tiene este cultivo se muestra con la mayor ocupación de mano de obra ya que se requieren 23.8 jornadas hombre directas en campo y 56 más en forma indirecta por hectárea además están involucrados personas físicas o morales en el sector, gran cantidad de negocios como maquinaria agrícola, insecticidas, fumigadores, proveedoras de fertilizantes, etc.

La pudrición texana causa fuertes daños económicos en la Comarca Lagunera, en un estudio realizado en 1968 por el programa de fitopatología del CIANE, se muestrearon 18,248 ha sembradas de algodónero en 758 ejidos en la región, teniéndose como resultado que 712.35 ha presentaban pudrición texana con un 3.90% de la superficie afectada por esta enfermedad. Del estudio se concluyó que anualmente en la región Lagunera se pierde aproximadamente el 10% del valor de la cosecha donde un 35% corresponde a pudrición texana, las pérdidas se estiman de 50 a 60 millones de pesos anuales.

La finalidad de este trabajo fue determinar la dosis de Flutriafol mínima necesaria, efectiva y redituable para controlar la pudrición texana. Para ello, el trabajo se realizó en ensayos establecidos bajo condiciones de campo por la

empresa Cheminova Agroquímica S.A de C.V. en lotes de algodónero con alta incidencia de la enfermedad en el año anterior. Allí se evaluó el efecto de cuatro dosis de Flutriafol, una de Propiconazol y un testigo absoluto en el control de la enfermedad y en los principales componentes del rendimiento del cultivo. Los tratamientos investigados fueron seis: 187.5 gr i.a/ha, 250.0 gr i.a/ha, 312.5 gr i.a/ha y 375.0 gr i.a/ha del fungicida Flutriafol, 250.0 gr i.a/ha del fungicida Propiconazol (Testigo Comercial) y un Testigo sin tratar. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.

La aplicación de los tratamientos se llevó a cabo 6 días después del primer riego de auxilio; Las dosis de los productos se aplicaron drenado en una banda de aproximadamente 10 cm a ambos lados de la hilera de plantas con una aspersora manual, como una aspersión lo más pegado a la base de la planta en cada una de las repeticiones; inmediatamente después con una motobomba manual se aplicaron 25 litros de agua por parcela total con un área de 22.5 m², drenado en una banda de 20 cm a ambos lados de la planta, que su equivalente por hectárea serían 11,111 litros de agua, para que el producto tuviera una mejor incorporación al suelo.

Para evaluar el control de la pudrición texana se hicieron registros de la incidencia de la enfermedad a los 30, 60 y 90 días después de la aplicación, realizando un conteo de plantas enfermas, plantas sin rendimiento en la parcela total y número de capullos por planta. 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 recolectaron 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 fibras ubicado en el Campo experimental de Matamoros, Coah. Sede del Centro de Investigación Centro Norte INIFAP.

Los tratamientos que mostraron tener un control significativo sobre la enfermedad a los 90 días después de la aplicación fueron Flutriafol 312.5 gr i.a/ha y Flutriafol 375.0 gr i.a/ha, presentando el menor porcentaje de plantas enfermas con solo 9.75% y 16.90% respectivamente, que tomando en cuenta que se tenía una población equivalente a 116,000 plantas por hectárea, estos porcentajes representan un total de 11,310 y 19,604 plantas enfermas/ha respectivamente; el testigo comercial (Propiconazol 250.0 gr i.a/ha) y testigo sin aplicar presentaron los mayores porcentajes de plantas enfermas, 92.97% y 88.55% respectivamente. Tomando en cuenta lo anteriormente dicho, estos porcentajes representan un total de 107,845 y 102,718 plantas enfermas de la población por hectárea.

Los tratamientos de Flutriafol con dosis de 250.0 gr i.a/ha, 312.5 gr i.a/ha y 375.0 gr i.a/ha fueron estadísticamente iguales entre si y registraron el mayor rendimiento de algodón hueso con una producción de 6,083, 6,861 y 6,611 kg/ha, respectivamente y diferentes estadísticamente al testigo comercial (Propiconazol 250.0 gr i.a/ha) y testigo absoluto cuya producción fue de 4,416 y 1,791 kg/ha, respectivamente. En el rendimiento de fibra, nuevamente los tratamientos de

Flutriafol con dosis de 250.0 gr i.a/ha, 312.5 gr i.a/ha y 375.0 gr i.a/ha fueron estadísticamente iguales entre si y obtuvieron el máximo rendimiento del algodón pluma con una producción de 3,012, 2,930 y 2,570 kg/ha, respectivamente.

Los tratamientos de Flutriafol 312.5 gr i.a/ha y 375.0 gr i.a/ha alcanzaron el menor número de plantas sin rendimiento con 17 y 19 por parcela total, que haciendo una transformación a plantas por hectárea, representan 7,888 y 8,666 plantas sin producción de una población de 110,755 y 117,422 plantas por hectárea, respectivamente; por su parte el testigo comercial (Propiconazol 250.0 gr i.a/ha) y testigo sin aplicar presentaron el mayor número de plantas sin producción con 92 y 135 por parcela total, respectivamente; haciendo la transformación correspondiente a plantas por hectárea estas cantidades representan un total de 40,888 y 60,222 plantas/ha sin producción de una población de 109,422 y 119,333 plantas, respectivamente.; con estos resultados se concluye que efectivamente el fungicida Flutriafol si tuvo un control sobre la pudrición texana y se observó un incremento notable en el rendimiento.

Palabras clave: Algodónero, Pudrición Texana, *Phymatotrichopsis omnivora*, Flutriafol, Control

I INTRODUCCIÓN

El algodón es una planta que produce la fibra suave más importante del mundo y es factor determinante en la generación de ingresos en las áreas relacionadas con la industria textil; a nivel nacional es importante por la extensión de tierra cultivada, además es un cultivo que genera importantes divisas y fuentes de empleo para la industria textil y para el sector agrícola del país. La fibra es utilizada como materia prima textil, la semilla se utiliza en la industria extractora de aceite y la pasta es utilizada como complemento alimenticio para el ganado (Bautista, 2006).

Los problemas como la escasez del agua, la alta incidencia de plagas, enfermedades y maleza pueden ser causa de los bajos rendimientos y altos costos de producción que han ocasionado que el cultivo del algodono sea con frecuencia menos rentable al aumentar el costo del agua y los insumos para el control de los problemas parasitológicos. La calidad de fibra del algodón obtenida bajo un sistema de producción es importante debido a que la industria textil tiene establecidos estándares y valores mínimos de calidad que pueden ser aceptados (Palomo *et al.*, 2003).

El hongo *Phymatotrichopsis omnivora*, agente causal de la pudrición de raíz mejor conocida como pudrición texana, es nativo de los suelos del suroeste de Estados Unidos y norte de México con reacción alcalina y bajo contenido de materia orgánica. De los miles de hongos que causan enfermedades a las plantas *Phymatotrichopsis omnivora* tiene el rango más grande de hospederos ya que más

de 2300 especies de plantas son susceptibles al patógeno de la enfermedad incluyendo especies de gran importancia económica como el nogal pecanero, durazno, vid, algodón y alfalfa (Martínez *et al.*, 2009).

Esta enfermedad se ha convertido en una amenaza real para los productores de algodón en Texas, que ven sus campos infestados y alcanzando lentamente el umbral más allá del cual la producción de algodón ya no es rentable; la enfermedad ha sido ampliamente estudiada pero sin obtener un control que sea efectivo (Fernández *et al.*, 2005).

El rendimiento y calidad son determinantes principales en la rentabilidad y producción del algodón, debido al ataque del hongo a la planta, las plantas infectadas por lo general producen un rendimiento de fibra menor y de menor calidad, que plantas sanas del mismo campo; la capacidad de *Phymatotrichopsis omnivora* para permanecer latente en el suelo durante varios años sigue siendo un problema grave para el algodónero, ya que no hay ninguna variedad genéticamente resistente y las soluciones con fungicidas no han sido rentables (Cribben *et al.*, 2011).

1.1 Objetivo

Evaluar el efecto de diferentes dosis de Flutriafol para el control de pudrición texana por *Phymatotrichopsis omnivora* en algodónero en la Comarca Lagunera.

1.2 Hipótesis

Ha: Hay una dosis optima y rentable del Flutriafol efectiva para el control de la pudrición texana, que permita obtener mejor producción y calidad de fibra del algodónero.

Ho: No hay una dosis óptima y rentable del Flutriafol efectiva para el control de la pudrición texana, que permita obtener mejor producción y calidad de fibra del algodónero.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Distribución de la pudrición texana

La pudrición texana es de gran importancia, por sus efectos en la producción, así como por su amplia distribución en importantes regiones agrícolas del norte de México; prolifera rápidamente en los suelos calcáreos del norte de México y del suroeste de Estados Unidos donde infesta las raíces de más de 2300 especies de plantas dicotiledóneas y es un factor limitante muy importante para obtener buenos rendimientos en algunas regiones de México, en cultivos de algodónero (*Gossypium hirsutum* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.), nogal pecanero (*Carya illinoensis* K.) y frutales caducifolios como durazno, manzano, ciruelo etc. y perennifolios como mango y aguacate (Vargas, 2006).

Esta enfermedad fue reportada por primera vez en Texas en 1888 por Pammel; en México se le conoce desde 1922 en los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Sinaloa, Baja California y Tamaulipas (Cepeda, 1987). En los años con precipitación y un elevado contenido de humedad en el suelo en los meses de verano, el desarrollo de la enfermedad se incrementa y es responsable de un alto porcentaje de mortalidad de plantas de los cultivos donde el patógeno está presente y es limitante importante en la producción de algodónero en áreas del centro-norte de Texas (Jeger *et al.*, 1987).

La enfermedad generalmente aparece en la mayoría de las regiones y se presenta desde mediados de junio a principios de julio; es una enfermedad destructora que aparece principalmente dentro de la zona climatológica donde florece el algodón en Estados Unidos y algunas comarcas de México; las altas temperaturas y un contenido elevado de humedad en el suelo favorecen su desarrollo en Texas (Streets and Bloss, 1973).

2.2 Importancia económica de la enfermedad

La pudrición texana ha llegado a ser ya una considerable preocupación económica, y se estima que causa hasta \$100 millones de dólares en pérdidas anuales a la cosecha de algodón en E.E.U.U. (basado en pérdidas y datos de los precios de 1980 a 2008 por el Consejo Nacional de Algodón de América); la pérdida media de rendimiento de fibra de algodón ha sido estimada en 3.5% en Texas y 2.2 % en Arizona, con pérdidas entre 8 a 13% en áreas severamente infestadas (Marek *et al.*, 2009).

En 2012, la pudrición de la raíz del algodón causada por *Phymatotrichopsis omnívora*, redujo los rendimientos, calidad de fibra y eficiencia en la cosecha en aproximadamente 1.5 millones de hectáreas en Texas, así como en otras áreas al suroeste de Norte América (Drake *et al.*, 2013).

En la Comarca Lagunera (Coahuila y Durango, México) la pudrición texana es la enfermedad más importante en el cultivo del nogal, donde existen más de 40,000 nogales afectados (Samaniego *et al.*, 2003). De manera preliminar se han calculado las pérdidas que la pudrición texana causa al cultivo del nogal en la Laguna ascienden a 12 millones de pesos anualmente (Herrera y Samaniego, 2002).

Los daños que ocasiona *Phymatotrichopsis omnivora* al cultivo de la alfalfa consisten en reducción del rendimiento, calidad del forraje, densidad de población y ciclo de vida productivo del cultivo, así como incremento en los costos de producción, por el aprovechamiento parcial de los insumos y la siembra de nuevos alfalfares. En algunas áreas productoras de alfalfa, causa pérdidas anuales del 10% dependiendo de la época de ataque, incidencia y severidad de la enfermedad (NCC, 2007).

Según Kenerley *et al.*, 1994, citado por Todd, 2007 huertos de manzano en la parte central de Texas fueron afectados por el patógeno causando pérdidas económicas considerables; la mortandad anual en huertos con la enfermedad es de aproximadamente un 15%.

2.3 Taxonomía de *Phymatotrichopsis omnivora*

Un estado sexual nunca ha sido confirmado para *Phymatotrichopsis omnivora*; su correcta ubicación en el reino de los hongos ha sido motivo de debate desde su identificación original. La mayoría de los primeros autores presumen que es un basidiomiceto. Sin embargo en 2005, las secuencias de ADN (ADN nuclear

ribosomal, ARN polimerasa II subunidad 2, y los genes de beta - tubulina) se utilizaron para construir arboles filogenéticos y árboles para cada una de las regiones examinadas; estos estudios indican que *Phymatotrichopsis omnivora* pertenece a los Ascomicetos, dentro del orden Pezizales (Marek *et al.*, 2005, Marek *et al.*, 2009).

De acuerdo a estos estudios la clasificación quedaría en la forma siguiente:

Reino.....Hongos

División..... Ascomycota

Clase.....Pezizomicetes

Orden.....Pezizales

Familia.....Rhizinaceae

Género..... *Phymatotrichopsis*

Especie.....*omnivora*

2.4 Cambio de género del hongo

Ozonium auricomum Link, es la identificación original dada por Farlow y Pammel en 1888 para un hongo que se encontró en las raíces podridas del algodón; Shear, en 1907 examinó el cultivo de referencia de *Ozonium auricomum* y concluyó que este hongo no era el mismo que el encontraba consistentemente en las raíces muertas de plantas de algodón; la distinción más consistente de este último era la característica de setas cruciformes y señaló que *Ozonium auricomum* apareció en

Texas, pero solo como un saprófito, entonces describió una nueva especie, *Ozonium omnivorum*. Shear

Phymatotrichum omnivorum fue el nombre dado en 1916 por Duggar, después de las observaciones de las matas de conidios que mostró la formación de conidios similares a otras especies de *Phymatotrichum*; Duggar refirió a esta posición como provisional en 1916. Sin embargo, el nombre se mantuvo hasta 1973, cuando Hennebert creó el nuevo género *Phymatotrichopsis* (Brantlee, 2007).

2.5 Ciclo de vida de *Phymatotrichopsis omnivora*

Según lo descrito por Riggs, (2008) el hongo sobrevive principalmente como unidades de propagación conocidos como esclerocios; éstos germinan para formar un micelio vegetativo, el cual posteriormente se desarrolla en forma de cordones miceliales con aspecto de hebras de estambre de color blanco cuando son jóvenes y delgados, de color café crema y más gruesos ya maduros y café oscuro cuando son viejos estos a su vez crecen sobre las raíces o a través del suelo; este crecimiento continúa hasta que encuentra una fuente de nutrientes adecuados, en este caso la raíz del algodón u otra planta hospedante. Una vez que la raíz del huésped ha sido parasitada por completo el hongo produce nuevos cordones miceliales. Estos cordones cumplen dos propósitos: infectar a otra planta o para generar nuevos esclerocios, completando así el ciclo simple característico de este patógeno.

2.5.1 Morfología de la fase vegetativa: micelio, cordones miceliales y esclerocios

El patógeno puede desarrollar su ciclo de vida ya sea en el suelo o en raíces de sus hospedantes; dentro de los tejidos de sus hospedantes y en medios de cultivo solo crece como micelio blanco, filamentoso y septado. En el suelo y en la superficie de las raíces crece primero como hebras blancas compuestas de dos tres hifas de células cilíndricas alargadas que crecen paralelas y que se van ramificando y dando forma a los cordones miceliales característicos del género, Estos cordones son al principio delgados y blancos pero después van engrosando y tornándose color café claro a oscuro al rodearse de una capa de células pequeñas de las cuales nacen pocas o numerosas hifas largas y delgadas como agujas algunas de ellas ramificadas y con aspecto de cruceta. Solo en el suelo el patógeno forma estructuras globosas u ovoides conocidos como esclerocios. Estos son formados aislados o en grupos a partir de la multiplicación de células de los cordones miceliales que crecen en el suelo y pueden alcanzar de 0.3 a 5.0 mm de diámetro; cada esclerocio es una agregación compacta de células de pared delgada, rodeadas por una cubierta de células de pared más gruesa; una vez formado bajo condiciones favorables el esclerocio puede germinar para formar nuevamente micelio o el cordón micelial (Herrera y Samaniego, 2002).

El esclerocio acumula 37% de su peso seco en forma de glucógeno que una vez almacenado y degradado a glucosa, por el proceso de fosforilación, es utilizado como fuente de energía durante la germinación del esclerocio (Lyda, 1978, citado por Vargas, 2006). Cada célula dentro del esclerocio tiene el potencial para germinar, por lo que un solo esclerocio es capaz de germinar varias veces, pudiendo sobrevivir en el suelo durante muchos años (Brantlee, 2007).

2.5.2 Fase de reproducción asexual; matas de esporas

A partir de los cordones miceliales se pueden formar esclerocios o dar origen en la superficie del suelo húmedo a unas estructuras con aspecto de cojín, de un color blanco crema cuando son jóvenes y color café crema unos días después; estas estructuras son conocidas comúnmente como “matas de esporas” y se forman en la superficie de paredes de hoyos, zanjas, etc. o en la superficie del suelo que permanece húmedo y sombreadas por varios días. Las matas de esporas son estructuras reproductoras asexuales constituidas principalmente por conidióforos globosos que producen esporas de tipo botriblastosporas, que no son capaces de diseminar esta enfermedad debido a la baja germinación que presentan (Herrera y Samaniego, 2002).

2.6 Diseminación del hongo

La diseminación es llevada a cabo por el crecimiento longitudinal y formación de los cordones miceliales, cuya función es colonizar nuevas raíces; si es así todo el esclerocio se utilizará para formar cordones miceliales, pero si no ocurre, el cordón formado se desprende del esclerocio y este volverá a germinar cuando las condiciones sean favorables (Herrera y Samaniego, 2002).

Los esclerocios pueden ser transportados por el suelo que se mueve o se le adhiere al equipo agrícola, o en el suelo que llevan los árboles de vivero en que se propagan. También puede moverse como micelio en árboles infectados de nogal, manzano durazno u otro frutal que se propagaron en un vivero infestado por el patógeno. Una vez introducido en un área, el hongo puede sobrevivir por tiempo indefinido en malezas y plantas cultivadas con condiciones de suelo y temperatura favorables (Agrios, 2010).

2.7 Condiciones ecológicas favorables al fitopatógeno

El hongo crece y se reproduce rápidamente a temperaturas de 28° a 30°C, aunque hay crecimiento y producción de cordones miceliales y esclerocios en el rango de 15° a 35°C; el micelio se desarrolla en un medio de cultivo con un pH entre 3.0 a 8.0, sin embargo, se requieren suelos con reacción neutra o alcalina. Los esclerocios no se forman o son escasos en suelos con pH menor de 5.0 (Herrera y Samaniego 2002). Los esclerocios sobreviven en el suelo hasta por 11 años y en

forma natural se encuentran infestando el suelo y se han encontrado comúnmente a una profundidad de 0.15 a 1.20 m en la Comarca Lagunera (Borunda y Herrera, 1984).

Phymatotrichopsis omnivora tiene mayores posibilidades de ocasionar más daño cuando crece en suelos arcillosos pesados, alcalinos con una aireación deficiente. Requiere de temperaturas altas y que la humedad del suelo sea adecuada para que muestre una mayor actividad (Agrios, 2010).

2.8 Mecanismo de acción del hongo sobre la raíz

Cuando los esclerocios entran en contacto con una raíz, el hongo crece primero en su superficie como cordones miceliales. Cerca de la línea del suelo, el hongo cambia a un crecimiento en forma de vellosidades. El peridermo de la raíz muere y el patógeno coloniza el interior de la raíz ocluyendo al xilema. Las raíces se cubren de cordones miceliales que son más visibles en raíces ubicadas de 5 a 10 cm debajo de la superficie del suelo (Martínez *et al.*, 2009).

El hongo penetra en las raíces por debajo de la superficie del suelo; en algodón las raíces podridas comúnmente se cubren parcialmente con filamentos paralelos gruesos y de color café del micelio del hongo (Agrios, 2010). Después del contacto con la raíz, las hebras pasan de la superficie hacia los tejidos vivos de la raíz; en esta interfaz una masa de hifas forma un acolchado algodonoso, síntoma que indica que va a ocurrir infección y el micelio penetra la raíz por las aberturas

naturales, o por acción mecánica. El hongo coloniza la parte interior de la raíz, obstruyendo a los elementos vasculares, bloqueando el movimiento del agua y de los fotosintatos. Una vez que la raíz es parasitada por completo, se crean nuevas hebras o cordones miceliales que sirven para dos propósitos: infectar a otra planta próxima o generar nuevos esclerocios, completando así un ciclo simple (Riggs, 2008).

2.9 Síntomas que se presentan en el algodónero y crecimiento de las áreas de la enfermedad

En el algodónero, las plantas infectadas aparecen en áreas o manchones en el campo de cultivo; al principio sus hojas muestran bronceado y un ligero marchitamiento, posteriormente se tornan color café y se secan, pero se mantienen adheridas a la planta; por debajo de la superficie del suelo, la corteza y el cambium se mueren y propician el desarrollo de una pudrición café en la raíz y la parte inferior del tallo (Agrios, 2010).

Otro síntoma de la pudrición de raíz por *Phymatotrichopsis omnivora* en las plantas del algodón, es que las plantas presentan temperaturas elevadas; esto se puede ver caminando a través de un campo de algodón y tocando el follaje marchito, las plantas se sienten como si tuvieran fiebre, esto se debe a una disminución en la transpiración debido a la infección del patógeno (Riggs, 2008).

Estudios realizados por Jeger *et al.*, (1987) para conocer la dinámica de la enfermedad, los primeros síntomas de la entonces llamada pudrición de raíz por *Phymatotrichum omnivorum* fueron observados a mediados de junio y las evaluaciones se realizaron hasta mediados de agosto. El 12 de junio había unas cuantas plantas enfermas dentro de la zona de estudio, una semana después el 19 de junio se había producido un aumento considerable de plantas enfermas, aproximadamente el 97% de todas las hileras tenían al menos 10 plantas enfermas, para el 7 de agosto aproximadamente el 85% de las hileras tenían al menos 50 plantas enfermas por hilera; varias hileras presentaron más de 100 plantas enfermas; el mayor incremento de la enfermedad se presentó de junio a julio con 55% de plantas muertas de la longitud total de hileras de algodón. El número total de plantas enfermas aumentó significativamente en el área evaluada, y se estabilizó alrededor de 10,000 plantas a principios de agosto.

Los síntomas adquieren su mayor desarrollo durante el periodo en que aparecen las yemas y los frutos (Streets and Bloss, 1973). En el terreno, un área de plantas enfermas crece en forma más o menos circular aumentando el diámetro año con año, puede ocurrir que las partes centrales queden libres del inóculo y que las plantas que se establezcan sobrevivan.

En el cultivo del algodonero el hongo puede avanzar de 1.5 a 9.0 m por temporada y la velocidad de expansión está supeditada al grado de susceptibilidad de la hospedera, humedad del suelo (40%) y temperatura (28° C), (Cepeda 1987).

En los campos de algodón el hongo avanza en un promedio de 3 m/año (Streets and Bloss, 1973).

En alfalfa es más frecuente que las zonas de infestación se vean como áreas circulares de plantas marchitas que aumentan gradualmente en años siguientes apareciendo nuevos puntos de crecimiento del hongo. La propagación del hongo en el suelo se debe al rápido crecimiento de los cordones miceliales de las raíces de plantas enfermas a las plantas sanas (Vargas, 2006). En este cultivo se encontró que el promedio de la velocidad de expansión es de 1.5 a 9 m/año (Streets and Bloss, 1973).

2.10 Medidas de Control de la Pudrición Texana

2.10.1 Control cultural

El manejo de la pudrición de la raíz por *Phymatotrichopsis omnivora* se basa en rotaciones prolongadas con gramíneas, erradicación de maleza, barbecho profundo y frecuente del suelo para mantenerlo con un buen suministro de aire y adición de abonos verde, tales como maíz, sorgo o leguminosas densamente cultivadas, las cuales después de que se pudren favorecen el desarrollo de grandes poblaciones de microorganismos que le son antagónicos (Agrios, 2010).

La rotación tradicional de los cultivos inmunes no ha suministrado un dominio efectivo sobre la enfermedad; se ha logrado algún éxito combinando el barbecho de la tierra al inicio del otoño y añadiendo fertilizantes fosfatados. Se ha logrado reducir la enfermedad distribuyendo sobre el suelo grandes cantidades de abono animal u otros materiales orgánicos durante 4 años en Arizona; abriendo en el terreno zanjas o bien surcos profundos y sembrando en ellos el algodónero (Streets and Bloss, 1973).

Según lo descrito por (Colsen y Silvertooth, 2001, citado por De la Cruz, 2009) para reducir la enfermedad, se ha utilizado con éxito en algunos lugares como Arizona, el tratamiento en áreas infestadas con un máximo de 49 toneladas/ha de estiércol, así como la rotación con gramíneas inmunes en verano, tales como el pasto Sudán reduciéndose la incidencia de la enfermedad.

2.10.2 Control biológico

El actinomiceto *Streptomyces lydicus* ha sido señalado como otro microorganismo capaz de reducir y eliminar a *Phymatotrichum omnivorum* cuyo principal modo de acción es la colonización de raíces, evitando el desarrollo del patógeno (Yuan y Crawford, 1966, citado por Herrera y Samaniego, 2002).

López, 1990 citado por Martínez, 2009, plantea la posibilidad del manejo de *Phymatotrichopsis omnivora* mediante el uso de antagonistas y material orgánico; el investigador utilizó gallinaza más *Bacillus subtilis* en plantas de mango, observando

diferencias significativas en las cinco fechas evaluadas. Comprobó el papel de *Bacillus* como antagonista y el papel de la gallinaza incrementando la población de este antagonista.

Trichoderma spp es un hongo habitante natural del suelo que se utiliza como antagónico de varios hongos fitopatógenos; se evaluó la acción antagónica de aislamientos nativos de *Trichoderma* de la Comarca Lagunera, México, frente a una cepa de *Phymatotrichum omnivorum*; se realizaron enfrentamientos duales en el laboratorio para determinar el grado de antagonismo de 13 aislamientos de *Trichoderma*. Los aislamientos y un testigo con cuatro repeticiones fueron evaluados en macetas al aire libre, utilizando esclerocios de *Phymatotrichum omnivorum* y plantas de frijol para evaluar la actividad antagónica; todos los aislamientos mostraron actividad antagónica efectiva contra el hongo. Las especies identificadas fueron: *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii* y *Trichoderma pseudokoningii*, que presentaron un control efectivo; esta es una alternativa en los métodos de control para dar una manejo integrado a la pudrición texana (Cervantes *et al.*, 2010).

2.10.3 Control químico

Muchos de estos tratamientos pueden ser muy costosos para cultivos intensivos como la alfalfa o el algodón y solo es utilizado en cultivos de alto valor como árboles de nogal o áreas de alto valor económico. Sin embargo, en cualquier caso el efecto de los tratamientos químicos es solo temporal y después de un tiempo el hongo vuelve a contaminar el sitio tratado (Martínez *et al.*, 2009).

La aparición en el mercado de nuevos fungicidas sistémicos efectivos contra pudrición texana, representa una alternativa prometedora para lograr su control. Para evaluar la movilidad de varios fungicidas en el suelo se aplicaron en agua a una concentración de 50 ppm de i.a, a una lámina de 20 cm en cajetes de 3 x 3 m. Dos semanas después de la aplicación se tomaron muestras de los estratos de suelo a diferentes profundidades. Benomyl y Tiofanato se detectaron solo después de un riego, el efecto no duro cuatro semanas, Propiconazole se detectó después del segundo riego, ocho semanas después de la aplicación y fue el único que inhibió en un 25 a 40 % el crecimiento de *Phymatotrichum omnivorum* (Vega y Herrera, 1989).

Una amplia gama de medidas de control químico también han sido probadas con menos éxito en el control de pudrición texana. Algunos productos como el bromuro de metilo, amoníaco anhidro y sales de amonio, la aplicación de fungicidas sistémicos tales como los benzimidazoles y los inhibidores de la biosíntesis del esterol han demostrado que reducen la incidencia de pudrición texana (Uppalapati *et al.*, 2010).

En nogal se recomienda tratar los árboles enfermos con fungicidas sistémicos para lo cual se requiere inyectar el producto en el suelo en marzo o abril; el equipo a usar para inyectar puede ser el que se usa para la aspersion de agroquímicos al follaje que es provisto de mangueras que soporten presiones de 150 a 200 libras por pulgada cuadrada. En el extremo de la salida de la manguera se deberá adaptar una aguja, diseñada para permitir una penetración con el menor esfuerzo y la salida lo más rápido posible de los volúmenes de la suspensión fungicida. Una vez que el

equipo se ha adaptado se procede a agregar por cada 1000 litros de agua las cantidades de cualquiera de los fungicidas: 1400 g de Cycosin 70 (Tiofanato metílico), 500 ml de Tilt 250 CE (Propiconazol) o 2000 g de Benlate 50 PH (Benomyl). El fungicida se inyectará a presión de 5 hasta 80 cm de profundidad, los puntos se distribuyen en cuadrícula en lugares separados a 50, 60 u 80 cm entre ellos según la superficie a tratar (Herrera y Samaniego, 2002).

Isakeit *et al.*, (2006), realizaron experimentos para control de pudrición de la raíz en algodón por *Phymatotrichopsis omnívora* en tres campos con sistema de riego con goteo en Texas. Los fungicidas; Thiophanate-methyl, Propiconazole, Azoxystrobin y Fludioxinil + Fluazinam y Flusilazol; se aplicaron a una dosis de 3.3 libras de ingrediente activo por Acre (3.6 kilos de i.a. por hectárea) usando una boquilla de cono hueco dirigida hacia la parte inferior o base del tallo de la planta en un volumen de 467 lt/ha a 11.7 kg por 6.4 centímetros cuadrados.; las parcelas estaban situadas en los campos con una historia de infección total.

Al final de la temporada, la incidencia de la enfermedad fue menor en los tres campos con el tratamiento fludioxinil+fluazinam, en comparación con el testigo sin aplicar. Con estos productos combinados en el ensayo establecido en el campo del condado de San Patricio la incidencia de la enfermedad alcanzo 26.2% de plantas enfermas en comparación con 70.4% de plantas enfermas en el testigo sin aplicar; el 77.1% de plantas enfermas en el campo de Wall donde se registraron 94.5% de plantas enfermas en el testigo sin aplicar; y el 78.5% de plantas enfermas en el

campo de Mereta donde la incidencia de la enfermedad en el testigo sin aplicar alcanzó el 98.8% de plantas enfermas.

Los tratamientos Propiconazole y Azoxystrobin redujeron parcialmente la incidencia de la enfermedad en el campo de San Patricio donde se registraron 36.7% y 43.2% de plantas enfermas, respectivamente; en comparación con el testigo sin aplicar que presentó un 70.4% de plantas enfermas. Entre tanto, para el ensayo establecido en un campo de condado de Wall, los tratamientos Propiconazole y Flusilazol redujeron medianamente la enfermedad al alcanzar 73.5% y 72% de plantas enfermas respectivamente en comparación con el testigo sin aplicar que presentó un 94.5% de plantas enfermas. Thiophanate-metil y Flusilazol redujeron muy poco la incidencia de la enfermedad en el ensayo colocado en el campo de Mereta, donde con estos fungicidas se alcanzaron valores de 83.2% y 86.4% de plantas enfermas, respectivamente, donde el testigo llegó a 98.8 % de plantas enfermas.

Isakeit *et al.*, (2008) evaluaron fungicidas para el control de la enfermedad, en dos áreas de producción de algodón en Texas en campos con una historia severa de pudrición texana. Los fungicidas fueron aplicados en el agua de riego por goteo, inyectando estos en la cinta de riego en la etapa de inicio de floración y la enfermedad se evaluó dos meses más tarde. Los tratamientos fueron: Azoxystrobin 0.5 lb i.a/A (0.560 kg), Propiconazole 1.5lb i.a/A (1.681kg/ha), Thiophanate-methyl 1.4lb i.a/A (1.569 kg/ha), Tebuconazole 1lb i.a/A (1.121 kg/ha) y Tetraconazole 1lb i.a/A (1.121 kg/ha). Los tratamientos presentaron moderado control sobre la

enfermedad que alcanzó promedios que oscilan entre 50-60 % mientras que la incidencia del testigo sin aplicar fue de 59%.

2.11 Características y rango de acción del fungicida Flutriafol

2.11.1 Rango de acción

El fungicida Flutriafol, del grupo de los triazoles, es de amplio espectro, con actividad sistémica traslaminar y de efecto curativo, penetra en los tejidos atravesando la cutícula y se comporta como sistémico acropétalo. Actúa principalmente contra Basidiomicetos y Ascomicetos pero no contra Oomicetos y bacterias; al igual que todos los triazoles tiene tres átomos de nitrógeno en su molécula (Liñán, 2013).

La facilidad con la que los fungicidas entran y se mueven en la planta está determinada por sus propiedades físicas y químicas; una forma de medir la capacidad que tiene una sustancia de moverse dentro de una mezcla de agua y/o etanol, se conoce como coeficiente de partición o valor Log Kow. Los valores se muestran en una tabla con un rango que va de 2.3 a 3.8. Flutriafol, tiene el más bajo valor de Kow, lo que significa que es el de más rápido movimiento, permite rápida penetración a través de la cera de la cutícula de la hoja, esto ocurre 24 horas después de la aplicación (Folleto Técnico, Cheminova Agroquímica 2002).

2.11.2 Mecanismo de acción de Flutriafol sobre *Phymatotrichopsis omnivora*

Flutriafol interfiere directamente en el crecimiento del hongo, atacando en la fase de elongación del tubo germinativo y crecimiento micelial, bloqueando un sitio específico de la patología del hongo, que es la síntesis del ergosterol, esencial en la estructura de las membranas celulares del hongo; al no haber éste, la pared celular se colapsa, el bloqueo se realiza en el proceso químico llamado demetilación, por eso se conoce como inhibidor de la demetilación. En este proceso participa una proteína llamada citocromo P-450, que es utilizada para acarrear y preparar los compuestos químicos para su posterior desarrollo y disseminación del hongo. Flutriafol tiene un átomo de nitrógeno (N) que se fija al centro de un grupo de hierro (Fe) dentro del citocromo P-450 y así previene la formación del compuesto en la cadena de la síntesis de ergosterol; mientras más fuerte sea la ligadura del fungicida con el citocromo P-450, menor será la producción de ergosterol y tendrá una mayor actividad fungicida (Folleto Técnico, Cheminova Agroquímica 2002).

2.12 Resultados de ensayos de Flutriafol en el control de pudrición texana en campos de algodónero

2.12.1 Primeros ensayos de campo con Flutriafol y otros fungicidas

Isakeit *et al.*, (2009) evaluaron varios fungicidas aplicados al riego por goteo para el control de pudrición de la raíz en algodón (*Gossypium hirsutum L.*), causada por *Phymatotrichopsis omnivora*. El experimento se realizó en un campo de San Ángelo Texas con una historia de alta presencia de la enfermedad. Los fungicidas

fueron inyectados con una bomba a la cinta de goteo, el 23 de junio de 2008 y otra vez tres semanas después. Los tratamientos y las dosis fueron: Propiconazole, 2.6lb i.a/A (2.91kg/ha); Azoxystrobin, 1lb i.a/A (1.120kg/ha); Prothioconazole combinado con Tebuconazole, 2 lb i.a/A (2.240kg/ha) de cada uno; Tetraconazole, 2lb i.a/A(2.240 kg/ha) y Flutriafol 2lb i.a/A (2.240kg/ha); se dejaron tres repeticiones de cada tratamiento y cada repetición fue una hilera de 650 – 750 pies de largo (198.1 – 228.6 metros de largo).

Para el 2 de septiembre (71 días después de la primera aplicación) el porcentaje de plantas enfermas en el testigo sin aplicar fue de 75%, los tratamientos con Tetraconazole y Propiconazole tuvieron un 60% y 53% de plantas enfermas, respectivamente; mientras que para Prothioconazole combinado con Tebuconazole el porcentaje de plantas enfermas fue de 74% y Azoxystrobin tuvo un 73% de plantas enfermas. La incidencia de plantas muertas fue significativamente menor ($P \leq 0.05$) con el tratamiento Flutriafol, con solo un 2% de plantas enfermas.

Isakeit *et al.*, (2010), evaluaron nuevamente el control de pudrición de la raíz en diferentes lotes de algodón en Texas, utilizando diferentes métodos de aplicación del Flutriafol antes de la floración: En algunos lotes la aplicación se hizo en el riego por goteo; en otros se aplicó en aspersion a la base de la planta y en la cama de siembra.

2.12.2 Flutriafol aplicado vía riego por goteo

Las dosis de Flutriafol de 0.125 lb de i.a/A (0.140 kg/ ha) y 2 lb i.a/A (2.240 kg/ ha) aplicadas una sola vez en el ciclo, redujeron significativamente ($P < 0,05$) la pudrición de la raíz, a 10 y 15 % de plantas enfermas respectivamente de un 70 % de plantas enfermas registrado en lotes del testigo sin aplicación.

Dos aplicaciones de 0.0625 lb de i.a/A (0.070 kg/ha) y separadas por tres semanas no redujeron significativamente ($P < 0,05$) la pudrición de la raíz y presentaron un 33 % de plantas enfermas en comparación con el testigo sin aplicar que alcanzó un 52 % de plantas enfermas, pero aumentaron el rendimiento un 30%.

La dosis de 0.125 lb i.a/A y 0.5 lb de i.a/A (0.140 y 0.560 kg/ha) en una sola aplicación redujeron significativamente ($P < 0,05$) la pudrición de la raíz con un 18% y 9% de plantas enfermas, respectivamente, donde el testigo llegó a un 52% de plantas enfermas. Estos tratamientos aumentaron significativamente el rendimiento que alcanzó 7405 y 7809 lb/A (8,313 y 8,767 kg/ha), respectivamente, en comparación con el Testigo sin aplicar que tuvo un rendimiento de 5016 lb/A (5,631 kg/ha); el aumento fue aproximadamente un 50%.

Hileras tratadas con 4 lb i.a/A (4.481 kg i.a/ha) en 2008, pero no tratadas en 2009, tuvieron el nivel más bajo de pudrición de raíz con solo 2% de plantas enfermas y el rendimiento aumentó 48% con 7614 lb/A (8,548 kg/ha), (Isakeit *et al.*, 2010).

2.12.3 Flutriafol aplicado drenando la base de la planta

Dosis de 0.0625 lb de i.a/A (0.070 kg/ha) y 0.25 lb de i.a/A (0.28 kg/ha) de Flutriafol aplicado en aspersion a la base de las plantas de algodnero redujeron significativamente ($P < 0,05$) la pudrici3n de la ra3z en el campo del condado de Williamson alcanzando solo 20 y 12 % de plantas enfermas respectivamente comparado con el Testigo sin aplicar que tuvo un 55% de plantas enfermas. Por el contrario, el control de la enfermedad no fue significativo en el condado de Tom Green donde el porcentaje de plantas enfermas fue de 37% y 32% para las mismas dosis anteriormente mencionadas, lugar en el que el Testigo sin aplicar alcanzo a tener un 57 % de plantas enfermas (Isakeit *et al.*, 2010).

2.12.4 Flutriafol aplicado a la cama de siembra

No hubo control de la enfermedad cuando el Flutriafol se aplic3 en la cama de siembra. No hubo incremento ni control claro de la enfermedad, con las dosis de 0.25, 0.5 y 1 lb i.a. /A (0.28, 0.56 y 1.12 kg/ha) en el campo del condado de Cadwell y se le atribuy3 esta falta de control a la sequ3a que prevaleci3 y detuvo el desarrollo de la enfermedad.

Las dosis de Flutriafol de 0.125 lb de i.a/A, 0.5 lb de i.a/A y 2 lb i.a / A (0.14 kg/ha, 0.56 kg/ha y 2.2 kg/ha) aplicadas v3a riego por goteo y las dosis de 0.0625 lb de i.a/A (0.070 kg/ha) y 0.25 lb de i.a/A (0.28 kg/ha) aplicadas en aspersion a la base de la planta redujeron significativamente la pudrici3n de la ra3z en experimentos

establecidos en lotes y áreas donde el riego por goteo y la prevalencia de lluvia probablemente favorecieron la incorporación o drenado del fungicida en el suelo e hicieron que Flutriafol mostrara un excelente potencial como fungicida para el control de la pudrición de la raíz (Isakeit *et al.*, 2010).

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 un lote comercial, ubicado en el ejido Vega Larga, perteneciente al municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila, México, que pertenece a la región de la Comarca Lagunera ubicado entre los paralelos 25° 37' y 26° 39' latitud norte ; los meridianos 103° 15' y 101° 53' longitud oeste.

3.4 Preparación del terreno

Las labores culturales se llevaron a cabo del 20 al 23 febrero del 2012, para el establecimiento del cultivo de Algodón (*Gossypium hirsutum L.*), primero se pasó 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 a cabo el día 5 de marzo del 2012, para poder sembrar cuando el terreno estuviera a capacidad de campo 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 llamada "lillingston", con el fin de dar una mejor aireación y romper la capa dura que se forma en el suelo después del riego, dejándolo así listo para la siembra.

3.4.3 Siembra y fertilización

La siembra se realizó el día 12 de abril del 2012, con una sembradora de precisión en corrugación y a tierra venida, con una distancia de 6.25 cm entre planta y planta que considerando la distancia de 75 cm entre hileras se calculó, para tener una población de 116,000 plantas/ha. La primera fertilización se llevó a cabo al momento de la siembra, se aplicaron 300 kg de urea; en la segunda fertilización se aplicaron 30 litros de ácido fosfórico al agua del primer riego de auxilio a los 56 días después de la siembra (DDS).

El 2 de mayo del 2012, a los 20 días después de la siembra, se dio una pasada con el rodadillo, con el fin de cerrar grietas en el suelo para evitar la evaporación del agua y pérdida de humedad.

Cuadro 1. Épocas de aplicación y fertilizantes, utilizados en el cultivo del algodón UAAAN-UL. 2013

Fertilizante	Dosis /ha	No. de aplicaciones	DDS*
Ácido fosfórico H ₂ PO ₃	30 lt	1	56
Urea	300 kg	1	0

DDS*= igual a días después de la siembra

3.4.4 Variedad y densidad de siembra

Se sembró la variedad transgénica Deltapine 0935B2RF, donde el (09) indica el año de liberación, el (35) se refiere a la escala de madurez, que la ubica dentro de la clasificación de ciclo intermedio, la planta es de tipo arbustivo y hoja lisa; el tamaño de semilla varía de 4800-5200 semillas/lb. Esta variedad presenta buena retención inicial y su floración no termina drásticamente permitiéndole mantener el amarre de bellotas; además muestra excelente estabilidad de rendimiento y con capullos compactos, lo que permite una cosecha limpia así como una buena reacción a los defoliantes, no presenta nectarios resultando así menos atractiva para insectos chupadores, se utilizaron 15 kg de semilla por hectárea .

3.4.5 Riegos de auxilio

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

Cuadro 2. Calendario de riegos y días en que se aplicaron UAAAN-UL. 2013

Riego	Fecha	DDS*
Primer auxilio	6 de junio 2012	56
Segundo auxilio	29 de junio 2012	79
Tercer auxilio	11 de julio 2012	91

DDS*= igual a días después de la siembra

3.4.6 Control de maleza en el cultivo

Durante el ciclo del cultivo se presentaron principalmente malezas como el zacate Johnson (*Sorghum halepense*), cadillo (*Xanthium strumarium*), así como correhuela (*Convolvulus arvensis*). Para el control se hicieron aplicaciones de herbicida que se indican a continuación.

Cuadro 3. Herbicida y épocas de aplicación, en el cultivo de algodón UAAAN-UL. 2013

Herbicida (i.a.)	Dosis (lt/ha)	Aplicaciones	DDS*
Rudo (Glifosato)	4	1	30
Rudo (Glifosato)	4	1	64

DDS*= igual a días después de la siembra

3.4.7 Control de plagas durante el ciclo

Se presentaron problemas principalmente con el picudo del algodón (*Anthonomus grandis Boheman*); para el control se llevaron a cabo 2 aplicaciones de insecticidas, una fue el 12 de julio del 2012 y posteriormente el 20 de julio, para conchuela (*Chlorochroa ligata*), se efectuó una aplicación el 15 de junio de 2012, los insecticidas utilizados se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Principales plagas que se presentaron en el cultivo del algodónero y su control UAAAN-UL. 2013

Plagas	Insecticidas	Dosis (lt/ha)	Aplicaciones	DDS*
Conchuela	Cipermetrina	0.5	1	65
Picudo	Malation + Cipermetrina	1 + 1	1	95
Picudo	Malation +Cipermetrina	1 + 1	1	103

DDS*= igual a días después de la siembra

3.4.8 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 5.

Cuadro 5. Productos utilizados para la defoliación en el algodónero UAAAN-UL. 2013

Producto	Dosis (lt/ha)	DDS*
Butifos	2	170
Clorotil	1	170

DDS*= igual a días después de la siembra

3.4.9 Cosecha del algodón

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 seis surcos, tomándose en cuenta como parcela útil solo las dos hileras de plantas centrales, cada hilera tenía una distancia de 5 m, se eliminó un metro de cada extremo hacia afuera y la parcela útil solo fueron los 3 m centrales de las dos hileras centrales. 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 para cada tratamiento y de la parcela útil

Se utilizaron seis tratamientos, con cuatro repeticiones, los cuales se distribuyeron en un diseño de bloques al azar, por lo que el lote experimental abarcó un total de 24 parcelas totales con seis surcos de 5 m para un área de 22.5 m² por parcela en cada tratamiento y repetición. La parcela útil fueron solo los 2 hileras centrales de 3 m centrales con un área de 4.5 m².

3.6 Tratamientos ensayados en el experimento

Cuadro 6. Tratamientos y dosis de los fungicidas utilizados para el control de *Phymatotrichopsis omnivora* en algodónero en la Comarca Lagunera UAAAN-UL. 2013

Tratamiento	Descripción	Dosis (lt/ha) producto comercial	Dosis del i.a. gr/ha
1	Flutriafol	0.75	187.5
2	Flutriafol	1.00	250.0
3	Flutriafol	1.25	312.5
4	Flutriafol	1.50	375.0
5	Propiconazol(T)	1.00	250.0
6	Testigo sin aplicar		

La aplicación de los fungicidas se llevó a cabo 6 días después del primer riego de auxilio, cuando el terreno estaba a capacidad de campo y se aplicaron las siguientes dosis de la formulación comercial; Flutriafol 187.5 gr i.a/ha, Flutriafol 250.0 gr i.a/ha, Flutriafol 312.5 gr i.a/ha, Flutriafol 375.0 gr i.a/ha y Propiconazol (T) 250.0 gr i.a/ha. La aplicación se hizo drenado en una banda de 10 cm a ambos lados de la hilera de planta con una aspersora manual al surco, como una aspersion lo más pegado a la base de la planta en cada una de las repeticiones, posteriormente con una motobomba manual se aplicaron 25 litros de agua por parcela total, drenado en una banda de 20 cm a ambos lados de la planta para que el producto llegara a una buena profundidad, se determinó la dosis a aplicar de cada tratamiento de acuerdo al

área de la parcela total tomando en cuenta que las dosis manejadas son por hectárea, los productos se aplicaron en 11,111 lt de agua por hectárea.

3.7 Croquis del experimento

406	405	404	403	402	401
5	6	2	4	1	3
301	302	303	304	305	306
2	4	3	5	6	1
206	205	204	203	202	201
4	2	6	1	3	5
101	102	103	104	105	106
1	3	5	2	4	6

Figura 1. Croquis de la distribución de los tratamientos en el ensayo.

Números del 1 al 6 debajo de cada cuadro identifican como quedó la distribución al azar de los tratamientos en cada repetición.

Números de centenas identifican las repeticiones. Del 101 al 106 = repetición 1; del 201-206 = repetición 2; del 301-306= repetición 3 y del 401-406 = repetición 4

3.8 Variables Agronómicas Evaluadas

3.9 Por ciento (%) de plantas enfermas a los 30 ,60 y 90 días después de la aplicación

Para determinar el porcentaje de plantas enfermas se realizó un conteo de las plantas enfermas que había en cada parcela total del tratamiento y repetición, a los 30, 60 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos. Con estos datos se determinó el por ciento (%) de plantas enfermas para cada repetición aplicando una de regla de tres simple como se muestra a continuación:

Número de plantas totales en la parcela correspondiente a la repetición de cada tratamiento es el 100 por ciento.

Número de plantas enfermas contadas por cada repetición del tratamiento correspondiente a que por ciento corresponde.

X = por ciento de plantas enfermas de la repetición y tratamiento correspondiente

Resolviendo:

$X = \frac{\text{Número de plantas contadas por repetición y tratamiento} \times 100}{\text{el número de plantas de la parcela correspondiente}}$

Ejemplo:

Parcela: 101; Tratamiento: 1 Repetición 1

No.de plantas enfermas: 30DDA= 12 60DDA= 26 90DDA= 50

DDA: Días después de la aplicación

Número de plantas totales en parcela: 227

$\% 30DDA = 12 \times 100/227 = 5.2 \%$

$$\% \text{ 60DDA} = 26 \times 100 / 227 = 11.4 \%$$

$$\% \text{ 90DDA} = 50 \times 100 / 237 = 22.0 \%$$

3.9.1 Número de plantas enfermas por hectárea

Con la finalidad de enfatizar el efecto del compuesto Flutriafol en sus diferentes formulaciones sobre la incidencia de la enfermedad, se calculó el porcentaje de plantas por parcela a su equivalente en plantas por hectárea, considerando una densidad de población de aproximadamente 116,000 plantas, lo cual evidencia más objetivamente la magnitud de su daño y por el otro lado la efectividad del producto.

3.10 Componentes del rendimiento

Son aquellas cualidades propias de la planta del cultivo del algodón que ayudan a evaluar el problema que se está presentando, además que nos ayudan a determinar el rendimiento final que se obtendrá por hectárea.

3.10.1 Peso de capullo

Para determinar el peso de 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 de capullo representado en (gr).

3.10.2 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 laboratorio separando la fibra de la semilla, ya separado se pesó la fibra y se multiplicó por el 100%, el resultado se dividió entre el peso total de la muestra.

Ejemplo:

Parcela: 101 Tratamiento: Flutriafol 187.5 gr i.a/ha; Repetición: 1

Peso total de muestra: 123.6 gr; Peso fibra: 51.6 gr

123.6 gr ----- 100 %

51.6 gr ----- % % Fibra = 41.7 %

3.10.3 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 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: 101 Tratamiento: Flutriafol 187.5 gr i.a/ha Repetición: 1

Peso total de muestra: 123.6 gr Peso semilla: 70.3

123.6 gr ----- 100 %

70.3 gr ----- 56.8 % % SEMILLA = 56.8 %

3.10.4 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 (gr).

3.10.5 Número de capullos por planta

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

3.10.6 Plantas sin rendimiento

Para definir el número de plantas sin producción, en cada parcela total se llevó a cabo un conteo de aquellas plantas que no presentaron rendimiento para cada tratamiento y repetición.

3.10.7 Rendimiento algodón hueso (kg/ ha)

Para obtener el rendimiento de algodón hueso, se cosechó de forma manual 3 m lineales de 2 surcos 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: Tratamiento: Flutriafol 187.5 gr i.a/ha Parcela: 101 Área: 4.5 m²

Rendimiento en parcela 101= 2200 gr o 2.1 kg

En 4.5 m² se cosecharon 2200 gr

Rendimiento hueso= $10,000 \text{ m}^2 \times 2200 \text{ gr} / 4.5 \text{ m}^2 = 4,888,888.889 \text{ gr} = 4,888,888.889 \text{ gr} / 1000 \text{ gr/kg} = 4888 \text{ kg/ha}$.

3.10.8 Rendimiento algodón pluma (kg/ha)

Para determinar el rendimiento de algodón pluma, que es una de las 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: tratamiento: Flutriafol 187.5 gr i.a/ha % fibra: 41.7 rendimiento hueso: 4888.88 gr

$4888.89 \times 41.7 = 203866.713$; $203866.713 / 100 = 2038 \text{ kg de pluma por ha}$.

3.11 Calidad de fibra

La calidad de 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.

3.11.1 Longitud de fibra

La longitud de fibra 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

es tomada por una grapa, después peinada y cepillada para enderezar y paralelizar las fibras (USDA, 2012).

Cuadro 7. 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

3.11.2 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 informada 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 8. Interpretación de los resultados del análisis de resistencia por el método de USTER® HVI 1000

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

3.11.3 Finura (micronaire) de fibra

La finura de la fibra es Influída por factores hereditarios como pobreza del suelo, falta de humedad, bajas temperaturas, falta de madurez de la fibra, es usada para determinarla finura de la fibra del algodón, mediante el conocimiento de la finura se determinan 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 9. Interpretación de los resultados del análisis de micronaire por el método de USTER® HVI 1000.

Micronaire	Descripción
Menor 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

3.11.4 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 en el fardo fueran de la misma longitud, la longitud media y la longitud media de la mitad superior serían iguales, y el índice de la uniformidad sería 100.

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

Índice de Uniformidad (%)	Descripción
Debajo 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).

3.12 Análisis estadístico

Se llevó a cabo el Análisis de Varianza; cuando se observaron diferencias entre los tratamientos se utilizó la prueba de medias por el método de Dunnett, considerando como Testigo al tratamiento Propiconazol (Testigo comercial).

IV RESULTADOS

4.1 Porcentaje de plantas enfermas

4.1.1 Porcentaje de plantas enfermas a los 30 Días Después de la Aplicación

Esta variable muestra los primeros síntomas de la presencia de la enfermedad en el algodón, al respecto el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Cuando se compararon las medias mediante Dunnett ($\alpha=0.01$), referenciando todas las comparaciones contra el Testigo comercial (Propiconazol), todos los tratamientos de Flutriafol resultaron diferentes al mismo y con porcentajes menores de plantas enfermas; el porcentaje más bajo fue para Flutriafol 187.5 gr i.a/ha con un 5.12% de plantas enfermas (Figura 2). Tomando en cuenta que se tenía una población de 116,000 plantas por hectárea, este porcentaje equivale a un total de 5,939 plantas enfermas. Los tratamientos Propiconazol 250.0 gr i.a/ha (Testigo comercial) y Testigo sin aplicar tuvieron los porcentajes más altos de plantas enfermas con 8.25% y 21.87% respectivamente (Cuadro 11). Estos porcentajes equivalen a un total de 9,570 y 25,369 plantas enfermas por hectárea, respectivamente (Cuadro 12).

4.1.2 Porcentaje de plantas enfermas a los 60 Días Después de la Aplicación

Esta variable de evaluación de la enfermedad se incrementó ya que para cuando se hizo había transcurrido más tiempo en el desarrollo del cultivo (alrededor de 120 días y ocho semanas de floración) y la influencia de las condiciones

ambientales (dos riegos de auxilio y las elevadas temperaturas de Jun-Jul) hicieron que la presencia de la enfermedad fuera más visible, reflejándose en el incremento del porcentaje de plantas enfermas en los tratamientos. Como se observa en el Cuadro 11, el análisis estadístico detectó diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Cuando se aplicó Dunnett ($\alpha = 0.01$) se observa que todos los tratamientos son diferentes al Testigo comercial (Propiconazol); los porcentajes más bajos de plantas enfermas fueron para los tratamientos a base de Flutriafol, mostrando mejor control comparados con Propiconazol (Testigo comercial); Flutriafol 312.5 gr i.a/ha alcanzó el menor porcentaje de plantas enfermas 7.1% (Figura 2). De acuerdo a la población total de plantas este tratamiento alcanzo un total de 8,236 plantas enfermas por hectárea. Los porcentajes más elevados de plantas enfermas los alcanzaron el Testigo comercial (Propiconazol 250.0 gr i.a/ha) y el Testigo sin aplicar, con 31.2% y 74.6% de plantas enfermas (Cuadro 11). Estos porcentajes representan un total de 36,192 y 86,536 plantas enfermas por hectárea, (Cuadro 12) es importante señalar que se observó un aumento significativo en el número de plantas enfermas en el testigo sin aplicar para esta etapa del ciclo del cultivo.

4.1.3 Porcentaje de plantas enfermas a los 90 Días Después de la Aplicación

El análisis estadístico para este parámetro en esta etapa del cultivo es sumamente importante, ya que los porcentajes de infestación de la enfermedad sobre el cultivo incrementaron considerablemente y el daño que presentan en esta fecha influye directamente con el rendimiento final. El análisis detectó diferencias altamente significativas entre los tratamientos y cuando se llevó a cabo la

comparación de sus promedios mediante la prueba de Dunnett ($\alpha = 0.01$), todos los porcentajes de plantas enfermas para los tratamientos de Flutriafol resultaron estadísticamente diferentes e inferiores en comparación con Propiconazol (Testigo comercial) lo que indica que realmente controló la enfermedad como se observa en la Figura 2.

El porcentaje más bajo de plantas enfermas fue para Flutriafol 312.5 gr i.a/ha con 9.75% (Cuadro 11). De la población total nos representa solo 11,310 plantas enfermas; los porcentajes para los demás tratamientos de Flutriafol oscilan entre 16.90 y 21.60% (Cuadro 11). El Testigo comercial (Propiconazol 250.0 gr i.a/ha) obtuvo un porcentaje de 88.55%, este porcentaje representa un total de 102,718 plantas enfermas, el más alto valor de plantas enfermas fue para el Testigo sin aplicar con 92.97% teniendo un total de 107,845 plantas enfermas del total como se observa en el Cuadro 12.

Igualmente aquí y considerando muy probables errores de muestreo en los valores para peso de capullo y su respectivo número por planta se intenta resaltar los criterios vertidos en el anterior parámetro con la finalidad de considerarlos en subsecuentes estudios que vengan a afinar su exacta valoración considerando la tendiente y estrecha correlatividad negativa entre plantas enfermas-pérdida potencial de rendimiento. Semejante condición sugiere extenderse a costo del producto-pérdida potencial de rendimiento.

Cuadro 11. Porcentaje de plantas enfermas a los 30, 60 y 90 días después de la aplicación de diferentes dosis de Flutriafol, una de Propiconazol y un testigo sin aplicar para el control de pudrición texana en algodónero UAAAN-UL. 2013

Tratamientos	Dosis, gr/ha i.a	Evaluación		
		30 DDA	60 DDA	90 DDA
Testigo sin aplicar		21.87 a	74.6 b	92.97 a
Propiconazol (T)	250.0	8.25 b	31.2 a	88.55 a
Flutriafol	375.0	7.97 b	9.3 b	16.90 b
Flutriafol	312.5	6.87 b	7.1 b	9.75 b
Flutriafol	250.0	5.77 b	9.3 b	18.25 b
Flutriafol	187.5	5.12 b	15.0 b	21.60 b
C.V.		19.9 %	26.0 %	11.54 %
t=		4.30	14.80	11.08

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Dunnett ($\alpha= 0.01$);

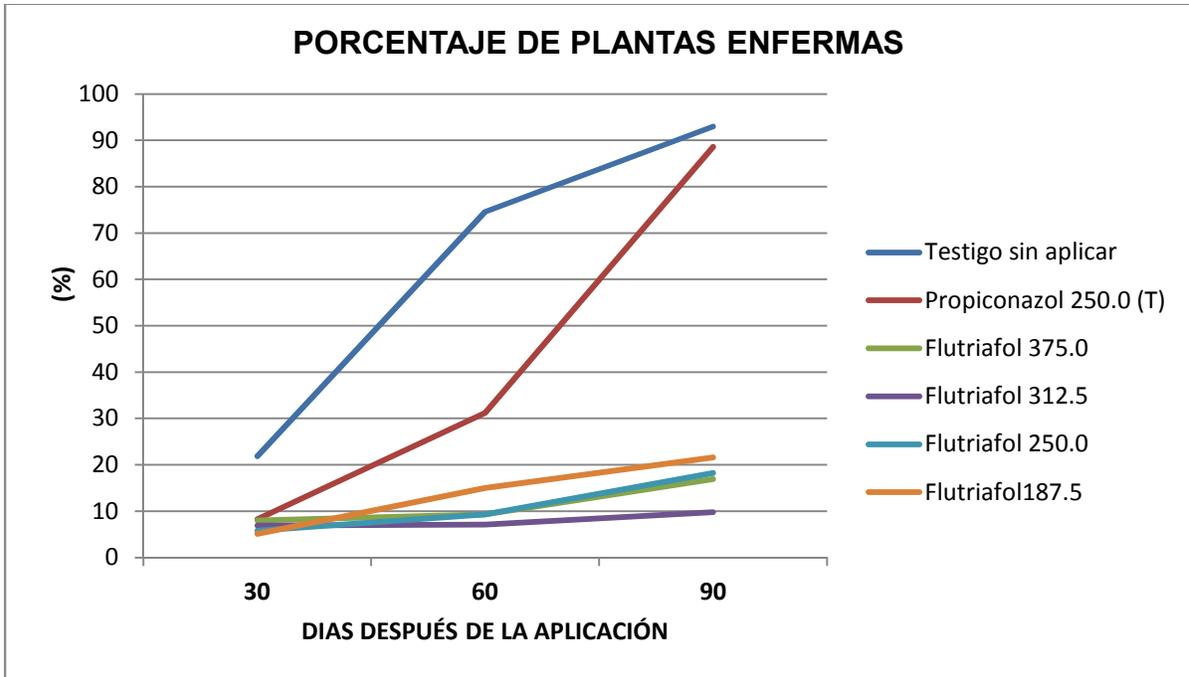


Figura 2. Incidencia de la pudrición texana sobre los tratamientos a los 30, 60 y 90 días después de la aplicación

Cuadro 12. Total de plantas enfermas a los 30, 60 y 90 días después de la aplicación de diferentes dosis de Flutriafol, una de Propiconazol y un testigo sin aplicar para el control de pudrición texana en algodónero UAAAN-UL. 2013

Tratamientos	Dosis, gr/ha i.a	Total de plantas por ha (30 DDA*)	Total de plantas por ha (60 DDA*)	Total de plantas por ha (90 DDA*)
Testigo sin aplicar		25, 369	86,536	107,845
Propiconazol (T)	250.0	9, 570	36,192	102,718
Flutriafol	375.0.	9, 245	10,788	19,604
Flutriafol	312.5	7, 969	8,236	11,310
Flutriafol	250.0	6, 693	10,788	21,170
Flutriafol	187.5	5, 939	17,400	25,056

.DDA*= igual a días después de la aplicación.

4.2 Componentes del rendimiento

4.2.1 Peso de capullo

El análisis de varianza de los datos de rendimiento muestra diferencias altamente significativas entre los tratamientos; mediante la prueba de medias (Dunnett $\alpha= 0.01$) se observa que todos los tratamientos son diferentes al Testigo comercial (Propiconazol), siendo superiores las diferentes formulaciones de Flutriafol en comparación con Propiconazol y el Testigo sin aplicar. El mayor peso de capullo lo presento el tratamiento Flutriafol 250.0 gr i.a/ha con 5.7 grs, en tanto que el tratamiento que resultó tener el menor peso fue el Testigo sin aplicar con 5.0 grs, como se observa en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Peso de capullo expresado en gramos para diferentes tratamientos evaluados para el control de pudrición texana en algodónero UAAAN-UL. 2013

Tratamiento	Dosis (gr/ha)	Peso de capullo (gr)
	i.a	
Flutriafol	250.0	5.7 b
Flutriafol	187.5	5.6 b
Flutriafol	375.0	5.5 b
Flutriafol	312.5	5.4 b
Propiconazol (T)	250.0	5.2 a
Testigo sin aplicar		5.0 b
C.V.		4.41 %

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Dunnett ($\alpha = 0.01$); $t=0.09$;

4.2.2 Índice de semilla

Este parámetro expresa en gramos el peso de 100 semillas y refleja el tamaño de la misma y por consecuencia la superficie de la misma provista de fibras, así como el vigor para su posterior germinación, nacencia y sobrevivencia. El análisis estadístico para este parámetro no mostró diferencias entre los tratamientos evaluados y en donde el tratamiento que obtuvo el mayor valor para este componente del rendimiento fue Flutriafol 375.0 gr i.a/ha, con un peso de 10.7 gramos, en tanto que los tratamientos de Propiconazol 250.0 gr i.a/hay Testigo sin aplicar obtuvieron los valores más bajos, 10.05 y 9.22 gramos respectivamente, tal y como se observa en el Cuadro 14.

4.2.3 Número de capullos por planta

Este parámetro es un componente importante del rendimiento y por si solo refleja el potencial y la capacidad de la planta para la producción del rendimiento económico y se utiliza como un estimador del rendimiento al final de la cosecha. Su análisis de varianza correspondiente no detectó diferencias significativas entre los tratamientos bajo evaluación; la formulación a base de Flutriafol 375.0 gr i.a/ha obtuvo el mayor número de capullos por planta, mientras que el Testigo sin aplicar alcanzó 12.5 capullos por planta, teniendo el valor más bajo para esta variable, (Cuadro14).

4.2.4 Porcentaje de fibra

Este carácter es importante, ya que entre más alto sea su valor porcentaje de fibra se alcanzara un mayor rendimiento final de pluma. Su correspondiente análisis de varianza no señaló diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El mayor porcentaje de fibra fue alcanzado por el tratamiento de Flutriafol 312.5 gr i.a/ha con un 43.4 %, en tanto que el menor porcentaje de fibra lo obtuvo el Testigo sin aplicar con un 42.0%, tal y como se observa en el Cuadro 14. Los porcentajes para los tratamientos de Flutriafol oscilan en un rango de 42.2 a 42.6%.

4.2.5 Porcentaje de semilla

Esta variable presenta un porcentaje más elevado respecto al porcentaje de fibra, ya que la semilla constituye aproximadamente un 50% del capullo. Este carácter presenta utilidades económicas menos importantes, al ser considerada un subproducto de la cosecha. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre los tratamientos probados, tal y como se puede observar en el Cuadro 14.

El porcentaje más elevado fue para el tratamiento Testigo sin aplicar con un 56.7% lo que indica que fue el que menor porcentaje de fibra obtuvo, consecuencia de un índice de semilla menor y contrario al tratamiento Flutriafol 312.5 gr i.a/ha que obtuvo el porcentaje más bajo con 55.1%.

Cuadro 14. Componentes del rendimiento para los diferentes tratamientos que se aplicaron para el control de pudrición texana en algodónero UAAAN-UL. 2013

Tratamiento	Dosis (gr/ha) i.a	Índice de semilla (gr)	No. De capullos de planta	Fibra %	Semilla %
Flutriafol	250.0	10.70	17.25	42.7	55.9
Flutriafol	187.5	10.42	15.75	42.4	55.8
Flutriafol	375.0	10.17	10.50	42.2	56.1
Flutriafol	312.5	10.07	10.75	43.4	55.1
Propiconazol(T)	250.0	10.05	10.25	42.8	55.9
Testigo sin aplicar		9.22	12.50	42.0	56.7

4.2.6 Plantas sin rendimiento

Este parámetro nos señala la magnitud o intensidad que la enfermedad alcanzó en cada tratamiento y nos da un índice de cuanto disminuyó su potencial de producción; donde no hubo control de la enfermedad, el número de plantas sin rendimiento fue mayor como se observa en el Cuadro 15. Con este parámetro se entiende mejor porque se afecta el rendimiento, dado que su análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos probados. Al realizar la comparación de promedios mediante Dunnett ($\alpha = 0.01$), todos los tratamientos fueron diferentes al Testigo comercial (Propiconazol); el tratamiento que presentó el menor número de plantas sin producción fue Flutriafol 312.5 gr i.a/ha con

17.75 plantas, que indica un total de 7,888 plantas sin rendimiento de una densidad poblacional de 110,755 plantas mostrando una diferencia de 52,333 plantas sin producción comparado con el Testigo sin aplicar, que alcanzo el mayor número de plantas sin producción con 135 que representa a 60,222 plantas sin rendimiento, en tanto que el tratamiento Propiconazol 250.0 gr i.a/ha(Testigo comercial) alcanzo 92 que equivale a un total de 40,888 plantas sin rendimiento (Cuadro 15).

Cuadro 15. Plantas sin rendimiento para diferentes tratamientos aplicados para el control de pudrición texana en el algodónero UAAAN-UL. 2013

Tratamiento	Dosis (gr/ha) i.a	Plantas sin rendimiento		Plantas por parcela total	Plantas por ha	% sin producción
Testigo sin aplicar		135	b	268.5	119,333	50.46
Propiconazol(T)	250.0	92	a	246.2	109,422	37.36
Flutriafol	250.0	20	b	245.5	109,111	8.14
Flutriafol	187.5	19	b	262.0	116,444	7.53
Flutriafol	375.0	19	b	264.2	117,422	7.38
Flutriafol	312.5	17	b	249.2	110,755	7.12
C.V.		20.5%				

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Dunnett ($\alpha = 0.01$); $t=24.31$

4.2.7 Rendimiento algodón hueso kg/ha

Esta variable es de vital importancia, ya que muestra el rendimiento final que alcanzó cada tratamiento a través del ciclo. El análisis de varianza para este parámetro señaló diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en donde el tratamiento que obtuvo el máximo rendimiento fue la dosis de 375.0 gr i.a/ha de Flutriafol, siendo su valor promedio de 6,861 kg/ha, superando con 2,444 kg al Propiconazol 250.0 gr i.a/ha (Testigo comercial) y con 5,069 kg al Testigo sin aplicar, Cuadro 16.

Esta diferencia se debió principalmente al control que el Flutriafol ejerció sobre la enfermedad, la alta presencia y virulencia de la enfermedad y el bajo control que mostró Propiconazol, manifestado en su rendimiento solo 4416 kg/ha, mientras el Testigo sin aplicar alcanzó el rendimiento más bajo 1,791 kg.

La comparación de los valores promedio mediante Dunnett, indicó que las dosis de 375.0, 312.0 y 250.0 gr i.a/hade Flutriafol superaron al Propiconazol 250.0 gr i.a/ha (Testigo comercial), y la dosis más baja, 187.5 gr i.a/hade Flutriafol alcanzó un rendimiento similar al Testigo comercial con 4666 kg, como se señala en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Rendimiento de algodón hueso para los diferentes tratamientos utilizados para control de pudrición texana en algodónero UAAAN-UL. 2013

Tratamiento	Dosis (gr/ha) i.a	Rendimiento (kg/ha)
Flutriafol	375.0	6,861 b
Flutriafol	312.5	6,611 b
Flutriafol	250.0	6,083 b
Flutriafol	187.5	4,666 a
Propiconazol	250.0	4,416 a
Testigo sin aplicar		1,791 b
C.V.		9.02 %

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Dunnett (α 0.01); $t=1065.03$

4.2.8 Rendimiento algodón pluma kg/ha

Esta variable es una de las más importantes que se busca aumentar debido al valor económico que representa. El análisis estadístico correspondiente señaló diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados; respecto a esto el tratamiento que obtuvo el máximo rendimiento de algodón pluma fue Flutriafol 312.5 gr i.a/ha con 3,012 kg/ha, superando al Testigo comercial (Propiconazol 250.0 gr i.a/ha) con 1124 kilos, equivalentes a 5 pacas de algodón pluma, por lo que llevando a cabo un análisis económico se tiene una ganancia de 2,186 dólares equivalente a \$29,511.00 ^{M.N. /100}. Igualmente el tratamiento de Flutriafol 375.0 gr i.a/ha fue superior al Testigo comercial (Propiconazol 250.0 gr i.a/ha) con 1,042 kilos;

mientras el tratamiento Flutriafol 250.0 gr i.a/ha superó al Testigo comercial con 682 kilos, siendo estas diferencias estadísticamente diferentes como se muestra en el Cuadro 17.

La dosis más baja de Flutriafol 187.5 gr i.a/ha alcanzó un rendimiento de 1970 kg/ha siendo superior al Testigo comercial (Propiconazol 250.0 gr i.a/ha) con tan solo 81 kilos, aunque estadísticamente iguales entre sí; en tanto que el Testigo sin aplicar obtuvo el rendimiento más bajo, 749 kg/ha, siendo superado por todos los demás tratamientos.

Cuadro 17. Rendimiento de algodón pluma en kg/ha para los diferentes tratamientos UAAAN-UL. 2013

Tratamiento	Dosis (gr/ha) i.a	Rendimiento (kg/ha)	
Flutriafol	312.5	3,012	b
Flutriafol	375.0	2,930	b
Flutriafol	250.0	2,570	b
Flutriafol	187.5	1,970	a
Propiconazol	250.0	1,888	a
Testigo sin aplicar		749	b
C.V		9.27 %	

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales Dunnett. ($\alpha= 0.01$);

$$t=471.88$$

4.3 Calidad de fibra

4.3.1 Longitud de fibra (LEN)

Este componente de calidad de la fibra que señala que tan larga es la fibra, en su análisis de varianza no señalo diferencias significativas entre los tratamientos; la fibra más larga corresponde al tratamiento Flutriafol 375.0 gr i.a/ha con 1.21 pulgadas equivalente a 30.7 mm; los valores para este carácter oscilaron entre 1.18 (1 3/16) y 1.21 (1 7/32) pulgadas, dentro de una clasificación de fibra larga ver Cuadro 18.

4.3.2 Resistencia de fibra (STR)

Este carácter nos señala que tan resistente es la fibra cuando se somete a los procesos industriales y se mide en grados tex. El análisis estadístico para este parámetro no señalo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Cuadro 18). Los valores de los tratamientos oscilaron en un rango de 27.7 a 28.2 g/tex, que se traduce a una clasificación de fibra media indicada en el Cuadro 20, y los mismos se ubican en el rango exigido por la industria textil.

Cuadro 18. Valores promedio para los caracteres de longitud (LEN) y resistencia (STR) de los tratamientos evaluados para el control de pudrición texana en algodónero en la Comarca Lagunera UAAAN-UL. 2013

Tratamiento	Dosis (gr/ha)	Longitud de fibra		Resistencia
	i.a	Pulgadas – milímetros		g/tex
Flutriafol	375.0	1.21	30.7	28.0
Flutriafol	312.5	1.18	30.1	28.0
Flutriafol	250.0	1.19	30.4	28.2
Flutriafol	187.5	1.18	30.1	28.0
Propiconazol (T)	250.0	1.18	30.0	28.0
Testigo sin aplicar		1.18	30.0	27.8

4.3.3 Finura de fibra (Micronaire)

Este carácter de gran importancia por las exigencias de los textileros al momento de comprar la fibra; en su análisis de varianza correspondiente no detectó diferencias significativas entre los tratamientos. Se observa que todos los tratamientos alcanzaron valores comprendidos dentro de la clase media según USTER, (2012) se puede ver en el Cuadro 19. Por lo tanto están dentro del estándar requerido por la industria textil

4.3.4 Uniformidad de fibra

El análisis estadístico para este carácter presentó diferencias altamente significativas (Cuadro 19). El tratamiento de Flutriafol a una dosis de 250.0 gr i.a/ha alcanzó el máximo índice de uniformidad con 84.4 y estadísticamente diferente a los restantes, en tanto que el Testigo comercial (Propiconazol 250.0 gr i.a/ha) y Testigo sin aplicar presentaron los más bajos índices de uniformidad con 81.1 y 81.0, cuando se llevó a cabo la comparación de promedios mediante Dunnett se encontró que los tratamientos de Flutriafol 187.5 gr i.a/ha, Flutriafol 312.5 gr i.a/ha y Flutriafol 375.0 gr i.a/ha, fueron estadísticamente iguales al Testigo comercial. Todos los tratamientos están ubicados dentro de la clase media, y dentro de los parámetros exigidos de acuerdo al Cuadro 20.

Cuadro 19. Valores promedio para los caracteres de finura (MIC) y uniformidad (UI) de fibra en tratamientos evaluados para el control de pudrición texana en algodón en la Comarca Lagunera UAAAN-UL. 2013

Tratamiento	Dosis (gr/ha) i.a	Finura (MIC)	Uniformidad UI (%)
Flutriafol	375.0	4.1	83.0 a
Flutriafol	312.5	4.1	83.4 a
Flutriafol	250.0	4.1	84.4 b
Flutriafol	187.5	4.2	83.1 a
Propiconazol	250.0	4.0	81.1 a
Testigo sin aplicar		3.8	81.0 a
C.V.			1.24 %

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Dunnett. ($\alpha = 0.01$) $t = 2.40$;

Cuadro 20. Parámetros de exigencias comerciales por la industria textil
UAAAN-UL. 2013

Finura (Mic)	Longitud (mm)	Uniformidad (%)	Resistencia (g/tex)
<3.0 muy fino	24-33 corta	<77 muy baja	<21 muy débil
3.0-3.6 fino	34-36 intermedia	77-78 baja	22-25 débil
3.7-4.7 medio	37-44 larga	81-84 media	26-28 medio
4.8-5.4 grueso		85-87 muy alta	29-31 fuerte
>5.5 muy grueso		>87 muy alta	>32 muy fuerte

V DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, en el presente trabajo se pudo observar que el hongo causó daños a las plantas del algodón después del primer riego de auxilio en verano cuando las temperaturas se incrementaron y se presentó la humedad en el suelo. En la evaluación a los 30 días después de la aplicación, los tratamientos ya presentaban plantas enfermas, siendo el Testigo sin aplicar el que en esta etapa presentó el más alto porcentaje de plantas enfermas; Estos resultados coinciden con lo que reportan algunos investigadores (Streets and Bloss, 1973) en donde mencionan que la enfermedad generalmente aparece en la mayoría de las regiones que ataca, desde mediados de junio a principios de julio. En algunas comarcas de México, las altas temperaturas y un contenido elevado de humedad en el suelo favorecen su desarrollo. Jeger *et al.*, (1987) reportaron que en sus evaluaciones el mayor incremento de la enfermedad se presentó de junio a julio en la que el 55% de plantas muertas de la longitud total de hileras evaluadas de algodón.

Los resultados a los 60 días indican que los porcentajes de plantas enfermas se incrementaron considerablemente, como lo mencionan (Herrera y Samaniego, 2002), que el avance de la enfermedad es llevado a cabo por los cordones miceliales, cuya función es colonizar nuevas raíces. A los 90 días de la aplicación de los tratamientos, los resultados obtenidos mostraron que la enfermedad llegó a su valor más alto donde se aplicó el Propiconazol 250.0 gr i.a/ha (Testigo comercial) y en donde se tenía el Testigo sin aplicar, presentando un 88.55% y 92.97% de plantas enfermas respectivamente, además de tener el mayor número de plantas sin rendimiento

estimada en 40,888 y 60,222 plantas/ha sin producción respectivamente. Los datos de por ciento de plantas enfermas indican que la mayor parte de estas plantas ya estaban muertas a los 60 días como consecuencia del ataque del hongo y no presentaron una buena producción, dado que no todos los capullos alcanzaron a abrir y es por ello que presentaron los rendimientos más bajos.

Otro de los puntos importantes que menciona Cribben *et al.*,(2011) es que debido al ataque del hongo, las plantas por lo general producen un rendimiento de fibra menor que las plantas sanas; esto coincide con los resultados obtenidos en el trabajo en donde flutriafol 312.5 gr i.a/ha presento el menor porcentaje de plantas enfermas y menor número de plantas sin producción y un rendimiento de 3,012 kg/ha de algodón pluma mientras que el testigo sin aplicar y propiconazol (testigo comercial) alcanzaron un rendimiento de algodón pluma de solo 749 y 1,888 kg/ha respectivamente, probablemente por un mayor ataque del hongo y alta incidencia de la enfermedad, pues a los 60 días presentaba ya un 70% de plantas enfermas y ya solo llego a 92.97% de plantas enfermas 90 días después de la aplicación; es importante señalar lo que menciona Riggs (2008) una vez que el hongo coloniza la parte interior de la raíz las plantas mueren sin llegar a la producción por obstrucción de los elementos vasculares y bloquean el movimiento del agua y los fotosíntatos.

En forma general, los tratamientos de Flutriafol fueron mejores al Testigo comercial (Propiconazol 250.0 gr i.a/ha) y al Testigo sin aplicar, los resultados señalan que a los 90 días de la aplicación flutriafol a una dosis de 375.0 gr i.a/ha y 312.5 gr i.a/ha, mostraron tener control efectivo sobre la enfermedad presentando los porcentajes más bajos de plantas enfermas (16.90% y 9.75% respectivamente); presentando los rendimientos más altos de algodón hueso (6861 y 6611 kg/ha respectivamente) y algodón pluma 2930 kg/ha y 3012 kg/ha respectivamente resultado del excelente control que presentaron sobre *Phymatotrichopsis omnivora*.

Los resultados obtenidos en este trabajo son similares a los reportados por Isakeit(2010) quienes con una dosis de flutriafol de 0.125 lb i.a./A (0.14 kg/ha) y de 0.5 lb de i.a/A (0.56 kg i.a/ha), más baja y más alta, respectivamente; aplicadas mediante el riego por goteo diferente a la aplicación de las dosis evaluadas en este trabajo, obtuvieron una reducción similar en la incidencia de la enfermedad de 52% en el testigo a 18% y 9% las mismas dosis respectivamente y obtuvieron un rendimiento de 8,296 kg/ha y de 8,749 kg/ha de algodón en hueso, respectivamente, rendimientos superiores al testigo sin aplicar que presento solo una producción de 5016 lb/A (5,631 kg/ha).

En el presente trabajo se obtuvo una reducción de la incidencia de la enfermedad de 88.55 % en el testigo comercial a 21.60 % 18.25 % 16.90 % 9.75 % con las dosis de 250.0 gr i.a/ha, 187.5 gr i.a/ha, 250.0 gr i.a/ha, 312.5 gr i.a/ha, 375.0

gr i.a/ha y rendimientos de 4416, 4666, 6083, 6611, 6861 kg/ha de algodón hueso con las mismas dosis, respectivamente. Los rendimientos con las dosis más altas de Flutriafol no fueron diferentes estadísticamente entre sí, pero se observó un aumento del rendimiento a medida que se aumenta la dosis del fungicida.

VI CONCLUSIONES

Los tratamientos Flutriafol 250.0 gr i.a/ha, 312.5 gr i.a/ha y Flutriafol 375.0 gr i.a/ha, mostraron el mejor control sobre la enfermedad de la pudrición texana a los 90 días después de la aplicación con solo un 18.25 %, 9.75 % y 16.90 % de plantas enfermas.

Los tratamientos con las dosis de Flutriafol 375.0 gr i.a/ha, Flutriafol 312.5 gr i.a/ha y Flutriafol 250.0 gr i.a/ha, fueron estadísticamente iguales entre si y registraron el mayor rendimiento de algodón hueso con una producción de 6,861, 6,611 y 6,083 kg/ha, respectivamente y rendimiento de algodón pluma correspondiente a 3,012, 2,930 y 2,570 kg/ha respectivamente.

No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos para los componentes de rendimiento siguientes; índice de semilla, numero de capullos por planta, % de fibra y % de semilla. Para peso de capullo y plantas sin rendimiento se presentaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, teniendo el mayor peso de capullo el tratamiento de Flutriafol 250.0 gr i.a/ha y el menor número de plantas sin producción el tratamiento Flutriafol 312.5 gr i.a/ha.

Los caracteres de calidad de fibra que no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos fueron: finura (Micronaire), longitud (LEN) y resistencia (STR). Para uniformidad (UI) se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, presentando el mayor % de uniformidad el tratamiento de Flutriafol 250.0 gr i.a/ha.

La dosis económicamente rentable fue Flutriafol 312.5 gr i.a/ha al tener el mayor rendimiento de algodón pluma 3,012 kg/ha equivalente a 13 pacas de algodón con un valor de \$73,886.8, comparado con el testigo comercial que presentó un rendimiento de 1,888 kg/ha equivalente a 8 pacas de algodón con un valor de \$45,468.8 pesos ^{M.N. /100}, presentando una diferencia de \$28,418 pesos ^{M.N. /100}

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye de manera preliminar que efectivamente Flutriafol sí mostró un control efectivo y rentable sobre la enfermedad de la pudrición texana en el cultivo del algodón y que además los rendimientos se incrementaron notablemente; con los resultados obtenidos se acepta la hipótesis alterna de que al menos una de las dosis de Flutriafol tiene efecto positivo sobre el nivel de ataque por *Phymatotrichopsis omnivora*.

VII SUGERENCIAS

Se sugiere la evaluación de este producto considerando: ampliar el número de localidades y años, así como dosis fraccionadas, privilegiando mayores niveles al inicio del ciclo, además de evaluar otras variedades de algodón.

VIII BIBLIOGRAFIA

- Agrios, G.N. 2010. Fitopatología. 2da Edición. Edit. Limusa. México. p. 452-453
- Bautista, M.E. 2006. Estudio de rentabilidad del cultivo del Algodonero (*Gossypium hirsutum* L) utilizando la variedad transgénica 448B, en el Ejido Luchana, municipio de San Pedro, Coahuila. Tesis licenciatura, UAAAN .Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.p. 7
- Borunda, F.E. y Herrera, P.T. 1984. Distribución vertical de esclerocios de *P. omnivorum* en huertas de nogal de la región Lagunera. CIAN-INIFAP. Informe de Investigación en Fruticultura. p. 149-152
- Brantlee Spakes Ritcher., 2007. *Phymatotrichum omnivorum*, Phatogen profile created by Brantlee. Department of Plant Pathology North Caroline State University. En línea:<http://www.cals.ncsu.edu/course/pp728/Phymatotrichopsis/>(fecha.de consulta Agosto 18, 2013).
- Brown, B.H. y Osborn, W.J .1961.Algodón (Primera edición).México, D.F: UTEHA p. 200-204
- Castro, J. 1970. La pudrición texana en el Bajío y combate. Memorias del Primer Congreso Nacional de Fruticultura. San Luis Potosí, México.p. 285-287.
- Cervantes, M.R., Hernández, H.V., González, C.G., Favela, C.E. y Álvarez, R.V. de P. 2010. Antagonismo de cepas nativas de *Trichoderma* sp. aisladas en la Comarca Lagunera contra *Phymatotrichum omnivorum* (Shear) Duggar. Revista Agraria, Vol. 7. p. 34

- Cepeda, S.M., Quiñones, L.S.1987. Aspectos Importantes de la Pudrición Texana (*Phymatotrichum omnivorum*) (Shear) Duggar. Boletín N.36, UAAAN-Parasitología, Buena Vista Saltillo, Coahuila, México. p. 5,7, 11-13.
- Consejo Nacional del Algodón (NCC). 2002. Base de datos de enfermedades En línea <http://www.cotton.org/tech/pest/index.cfm>. (Fecha de consulta Septiembre 18, 2013)
- Cribben, D.C., Thomasson, J.A., Morgan, C.L.S., Nichols, L.R., 2011. Ground –Based Technologies for cotton root rot control. Proceedings of the Beltwide Cotton Conferences, Atlanta, Georgia, January 4-7. 552-558
- De la Cruz, E.P. 2009. Supervivencia de *Phymatotrichopsis omnivora* (Duggar) Hennebert en materia orgánica en la Comarca Lagunera de Coahuila. Tesis licenciatura, UAAAN-UL Torreón Coahuila. p. 3, 6, 11-20.
- De Liñán, V.C., y De Liñán, C.C. 2013. Agroquímicos de México. 5ª edición. Edit. Tecnoagricola. México.p. 290
- Drake, D.R., Minzenmayer, R.R., Multer, W.L, Isakeit, T. and Morgan, G.D. 2013.Evaluation of farmer applications of Topguard® (Flutriafol) for Cotton Root control in the first section 18 exemption year. Proceedings of the Beltwide Cotton Conferences. San Antonio, Texas, January 7-10. p. 152
- Fernández, J.C., Yang, C., and Everit, H.J. 2005. Late –Planting decreased cotton root rot infestations in irrigated fields. Proceedings of the Beltwide Cotton Conferences. New Orleans, Louisiana - January 4 - 7, 2005. p. 197
- Folleto técnico. 2002. Cheminova Agroquímica.

- Herrera, P.T y Samaniego, G.J.A. 2002. Enfermedades del Nogal. Tecnología de Producción en Nogal Pecanero. Primera edición. Campo experimental La Laguna, INIFAP. p. 178- 190
- Infoaserca, precio del algodón año 2012. En línea <http://www.infoaserca.gob.mx/precyprod.asp> (fecha de consulta Octubre 9, 2013).
- Isakeit, T., Stapper, J., and Minzenmayer, R. 2006. Stem application of fungicides for control of *Phymatotrichopsis* (Cotton) Root Rot. Proceedings of the Beltwide Cotton Conferences, San Antonio, Texas- January 3-6, 2006.23-27
- Isakeit, T., Minzenmayer, R., Stapper, J., and Sansone, C.G. 2008. Research on chemical control of *Phymatotrichopsis* (Cotton) Root Rot. Proceedings of the Beltwide Cotton Conferences, Nashville, Tennessee, January 8-11, 2008.201-208
- Isakeit, T., Minzenmayer, R. and Sansone, C. 2009. Flutriafol control of cotton root rot caused by *Phymatotrichopsis omnivora*. Proceedings of the Beltwide Cotton Conferences, San Antonio, Texas, January 5-8, 2009.130-133
- Isakeit, T., Minzenmayer, R., Moore, G., Scasta J.D. 2010. Control of *Phymatotrichopsis* Root Rot of Cotton with Flutriafol. Proceedings of the Beltwide Cotton Conferences, New Orleans, Louisiana, January 4-7, 2010. 200-203
- Jeger, J.M., Kenerley, M.C., Gerik, J.C. and Koch, O.D. 1987. Spatial Dynamics of *Phymatotrichum* Root Rot in Row Crops in the Blackland Region of North Central Texas, *Phytopathology* 77: 1647-1656.

- 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
- Marek, S. M., Hansen, K., Romanish, M., and Thorn, R.G. 2009. Molecular systematics of the cotton root rot pathogen, *Phymatotrichopsis omnivora*. *Persoonia*.22:63-74.
- Martínez, T. J.J., Ojeda, B.D., Ruiz, A.T. de J., y Núñez, B. A., 2009. Pudrición Texana: Alternativas de control y manejo integrados. Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Chihuahua, Chih. p. 1-3.
- 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.
- Palomo, G, A., Gaytán, M. y Godoy, Á.S. 2003. Rendimiento y calidad de fibra del algodón en relación con la dosis de nitrógeno y la densidad poblacional. *Revista Fitotecnia Mexicana*.Vol. 26 (No.3):67-70.
- Riggs, J.L. 2008. Historical information on *Phymatotrichopsis omnivora* (Duggar) Hennebert, the root fungus. Bayer Cropscience. Proceedings of the Beltwide Cotton Conferences Nashville, Tennessee, January 8-11, 2008. 140-148
- Robles, S.R. 1985. Producción de Oleaginosas y Textiles. Editorial LIMUSA. México. Segunda Edición. p. 176-178.
- Samaniego, G.T.A., Herrera, P.T., Pedroza, S.A., Jiménez, D.F., y Madinaveitia, C.I. 2003. Fluctuación de la severidad de pudrición texana *Phymatotrichopsis omnivora* (Duggar) Hennebert en Nogal Pecanero (*Caria illinoensis* K) bajo las

condiciones de la Comarca Lagunera, México. Revista Mexicana de Fitopatología. Vol. 21. No. 2. p. 143-144.

Samaniego, G.J.A, y Chew, M. Y. 2007. Diversidad de género de hongos del suelo en tres campos con diferente condición agrícola en La Laguna, México. Rev. Mex. De Biodiversidad 78:p. 383-390.

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

Streets, R.B. and Bloss, H.E. 1973. *Phymatotrichum* root rot. Monograph No. 8.

The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. U.S.A, 38 pp.

Tood, W.W., Nye, A.D., Aloysus, A.M., Miller, K.C., Lester, S.J. y Martinez, T.T. 2007. Inoculación, síntomas y colonización en arboles de manzano en contenedor por *Phymatotrichopsis omnivora* (Duggar) Hennebert. Agrociencia 41: p. 459-460.

United States Department of Agriculture (USDA).2012.Fiber quality. En línea <http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/> Cotton, (fecha de consulta Abril 10, 2013).

Uppalapati, S.R., Young, C.A., Marek, S.M. and Mysore, K.S. 2010. *Phymatotrichum* (Cotton) root rot caused by *Phymatotrichopsis omnivora*: retrospects and prospects. Molecular Plant Pathology 11 (3), p. 325-334.

Vargas, A.I., Valenzuela, C.A., Martínez, H.J., y Téllez, M. M.A. 2006. Arilselenofosfatos con acción antifúngica selectiva contra *Phymatotrichopsis omnivora*. Sociedad Mexicana de Fitogenética. A.C. Chapingo México.p. 2-3

Vega, P.A. y Herrera, P.T.1989. Movilidad y residualidad de fungicidas sistémicos en el suelo y su efectividad contra *Phymatotrichum omnivorum*, Revista Mexicana de Fitopatología 7: p. 119-124.

IX APÉNDICE

Cuadro 1. Análisis de varianza para el porcentaje de plantas enfermas a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos. UAAAN-UL. 2013.

Fuente de variación	Grados de libertad (GL)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado medio (CM)	F Observada	F requerida	
					5%	1%
Tratamientos	5	796.2	159.24	45.89	2.90	4.56
Error	15	52.14	3.47			
Total	23	860.61				

Cuadro 2. Análisis de varianza para el porcentaje de plantas enfermas a los 60 días después de la aplicación de los tratamientos. UAAAN-UL.2013.

Fuente de variación	Grados de libertad (GL)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado medio (CM)	F Observada	F requerida	
					5%	1%
Tratamientos	5	13,649.93	2,729.98	67.12	2.90	4.56
Error	15	610.11	40.67			
Total	23	14,377.38				

Cuadro 3. Análisis de varianza para el porcentaje de plantas enfermas a los 90 días después de la aplicación de los tratamientos. UAAAN-UL. 2013.

Fuente de variación	Grados de libertad (GL)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado medio (CM)	F Observada	F requerida	
					5%	1%
Tratamientos	5	29,652.0	5930.41	260.33	2.90	4.56
Error	15	341.84	22.78			
Total	23	30,078.62				

Cuadro 4. Análisis de varianza para el número de plantas sin rendimiento de los tratamientos aplicados. UAAAN-UL. 2013.

Fuente de variación	Grados de libertad (GL)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado medio (CM)	F Observada	F requerida	
					5%	1%
Tratamientos	5	51425.0	10285.0	94.07	2.90	4.56
Error	15	1640.0	109.33			
Total	23	53492.5				

Cuadro 5. Análisis de varianza para el rendimiento de algodón hueso de los diferentes tratamientos aplicados. UAAAN-UL. 2013.

Fuente de variación	Grados de libertad (GL)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado medio (CM)	F Observada	F requerida	
					5%	1%
Tratamientos	5	71787746.96	14357549.39	68.5	2.90	4.56
Error	15	3143878.44	209591.89			
Total	23	79249916.7				

Cuadro 6. Análisis de varianza para el rendimiento de algodón pluma de los diferentes tratamientos aplicados. UAAAN-UL. 2013.

Fuente de variación	Grados de libertad (GL)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado medio (CM)	F Observada	F requerida	
					5%	1%
Tratamientos	5	14330458.27	2866091.65	69.65	2.90	4.56
Error	15	617230.33	41148.68			
Total	23	15416960.02				