

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**“PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA AÉREA EN VARIEDADES
CONVENCIONALES DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L.) PARA LA
COMARCA LAGUNERA”**

Por:

MARÍA TRINIDAD HERNÁNDEZ MONTES

TESIS

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

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA AÉREA EN VARIETADES
CONVENCIONALES DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L.) PARA LA
COMARCA LAGUNERA

POR

MARÍA TRINIDAD HERNÁNDEZ MONTES

TESIS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL COMITÉ DE ASESORIA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:


INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

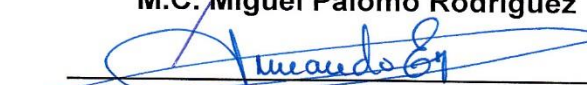
PRESIDENTE:


Ph. D. Salvador Godoy Avila

VOCAL:


M.C. Miguel Palomo Rodríguez

VOCAL:


Dr. Armando Espinoza Banda

VOCAL SUPLENTE:


Dra. Oralia Antuna Grijalva

M.C. Víctor Martínez Cueto

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

SEPTIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA AÉREA EN VARIEDADES
CONVENCIONALES DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L.) PARA LA
COMARCA LAGUNERA

POR

MARÍA TRINIDAD HERNÁNDEZ MONTES

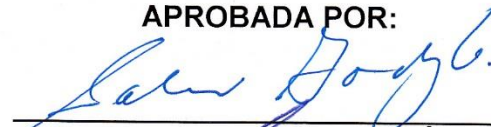
TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

ASESOR
PRINCIPAL:



Ph. D. Salvador Godoy Ávila

ASESOR:



M.C. Miguel Palomo Rodríguez

ASESOR:



Dr. Armando Espinoza Banda

ASESOR:

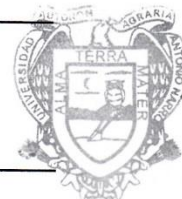


Dra. Oralia Antuna Grijalva



M.E. Víctor Martínez Cueto

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

SEPTIEMBRE 2015

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a dios a mis padres a el que se fue con la promesa de venir a mi graduación pero dios tenía el camino más corto y no pudo ser así y mi madre que es el pilar en mi vida para poder lograr todo lo que me propongo, a mi familia, a mi hija,

A todos los profesores que me apoyaron durante toda la carrera a todos los que me dieron clases compartiendo sus conocimientos a los que me apoyaron con este proyecto y a mis asesores que me regalaron un poco de su tiempo para realizar este proyecto gracias.

DEDICATORIAS

Agradezco a dios por haberme puesto en este camino y poder llegar al final.

a mis padres Rufino Hernández Girón y Andrea Montes Santos que con tantos sacrificios lágrimas y preocupaciones permitieron que yo me alejara tantos kilómetros para poder realizar mis sueños.

A mis hermanos que me apoyaron en especial a Luis rey que me apoyo incondicionalmente. Mercedes también que acá estuvo para apoyarme cuando yo tropezaba.

A esas personas que durante toda la carrera me brindaron su amistad y a los profesores que me apoyaron para poder lograr esto.

A usted ingeniero Miguel Palomo que me ha apoyado tanto desde que lo conocí hasta el día de hoy muchas gracias por todos sus conocimientos compartidos.

te agradezco a ti José Alberto por tu apoyo y amor gracias.

A lo más hermoso que dios me ha dado a ti Frida Sofía que el tiempo dedicado es tuyo.

CONTENIDO

	pág.
AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIAS	II
CONTENIDO	III
ÍNDICE DE CUADROS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
INDICE DE CUADROS DEL ANEXO	VIII
RESUMEN	X
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	3
1.2. Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Generalidades del cultivo	4
2.1.1. Origen	4
2.1.2. Condiciones ecológicas	4
2.2. Ciclo del algodón	7
2.3. Descripción morfológica	7
2.4. Requerimientos del cultivo	10
2.5. Biomasa	12
2.6. Materia seca	13
2.7. Desarrollo de variedades transgénicas	15

III.	MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1.	Clima regional	18
3.2.	Ubicación del sitio de estudio	18
3.3.	Establecimiento y manejo del trabajo de campo	18
3.3.1.	Tratamientos de estudio	18
3.3.2.	Siembra y fertilización	19
3.3.3.	Manejo de riegos de auxilio	20
3.3.4.	Labores fitosanitarias	21
3.3.5.	Control de malezas y defoliación	22
3.4.	Evaluación de biomasa en variedades convencionales	22
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1.	Producción de biomasa en series de tiempo	24
4.2.	Producción de biomasa conformada por tallos más ramas	29
4.3.	Producción de biomasa conformada por materia seca de hojas	31
4.4.	Producción de biomasa conformada por materia seca de cuadros, flores y bellotas	33
V.	CONCLUSIONES	35
VI.	ANEXOS	37
VII.	BIBLIOGRAFÍA	41

ÍNDICE DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Significancia estadística de la producción de biomasa total acumulada, que comprende tallos, ramas, hojas, cuadros, flores y bellotas, para cinco variedades convencionales de algodón en cuatro muestreos.	24
Cuadro 2. Significancia estadística y prueba de comparación de medias (PCM), para la producción de biomasa total que comprende tallos, ramas, hojas, cuadros, flores y bellotas en cinco variedades convencionales de algodón.	25
Cuadro 3. Producción de biomasa en cinco variedades de algodón para cuatro muestreos y que corresponden a materia seca de tallos más ramas, con su respectiva prueba de comparación de medias (PCM).	30
Cuadro 4. Producción de biomasa indicada como materia seca de hojas, para cinco variedades convencionales de algodón en cuatro muestreos, con su respectiva prueba de comparación de medias (PCM).	32
Cuadro 5. Producción de biomasa en cinco variedades convencionales de algodón para cuatro muestreos, que corresponden a la suma de cuadros, flores y bellotas, con su respectiva prueba de comparación de medias (PCM).	33

ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Siembra del algodón con una sembradora de precisión tipo Gaspardo, en instalaciones del INIFAP-Campo Experimental La Laguna.	20
Figura 2. Inspecciones fitosanitarias para valorar la presencia de lepidópteros en variedades convencionales de algodónero y oviposturas de picudo, en instalaciones del INIFAP-Campo Experimental La Laguna.	21
Figura 3. Aplicación de insecticidas contra picudo del algodónero, para las variedades convencionales de algodónero, en instalaciones del INIFAP-Campo Experimental La Laguna.	22
Figura 4. Producción de biomasa total acumulada en cinco genotipos convencionales a lo largo del ciclo vegetativo y fructífero del algodónero.	26
Figura 5. Producción de biomasa total acumulada en cinco genotipos convencionales de algodón para el primer muestreo realizado a los 67 dds.	27
Figura 6. Producción de biomasa total acumulada en cinco variedades convencionales de algodón para el segundo muestreo realizado a los 89 dds.	27
Figura 7. Producción de biomasa total acumulada en cinco genotipos convencionales de algodón para el tercer muestreo realizado a los 105 dds.	28
Figura 8. Producción de biomasa total acumulada en cinco variedades convencionales de algodón para el cuarto muestreo realizado a los 124 dds.	29
Figura 9. Producción de biomasa para tallos y ramas en cinco variedades convencionales a lo largo del ciclo vegetativo y fructífero del algodónero.	31
Figura 10. Producción de materia seca de hojas en cinco genotipos convencionales a lo largo del ciclo vegetativo y fructífero del algodónero.	32

IXFigura 11. Producción de biomasa conformada por cuadros, flores y bellotas en cinco genotipos convencionales a lo largo del ciclo vegetativo y fructífero del algodónero.

34

ÍNDICE DE CUADROS DEL ANEXO

	pág.
Cuadro A1. Análisis de varianza del primer muestreo para las variables tallo más ramas, en cinco variedades convencionales de algodón.	40
Cuadro A2. Análisis de varianza para el primer muestreo, que corresponde a la variable hojas, en cinco variedades convencionales de algodón.	40
Cuadro A3. Análisis de varianza para el primer muestreo, que corresponde a la variable cuadros, flores y bellotas, en cinco variedades convencionales de algodón.	40
Cuadro A4. Análisis de varianza para el segundo muestreo, de las variables tallos más ramas, en cinco variedades convencionales de algodón.	41
Cuadro A5. Análisis de varianza para el segundo muestreo, que corresponde a la variable hojas, en cinco variedades convencionales de algodón.	41
Cuadro A6. Análisis de varianza para el segundo muestreo de la variable cuadros, flores y bellotas, en cinco variedades convencionales de algodón.	41
Cuadro A7. Análisis de varianza para el tercer muestreo y corresponde a la variable tallos más ramas, en cinco variedades convencionales de algodón.	42
Cuadro A8. Análisis de varianza para el tercer muestreo y corresponde a la variable hojas, en cinco variedades convencionales de algodón.	42
Cuadro A9. Análisis de varianza para el tercer muestreo y corresponde a la variable cuadros, flores y bellotas, en cinco variedades convencionales de algodón.	42
Cuadro A10. Análisis de varianza para el cuarto muestreo y corresponde a la variable tallos más ramas, en cinco variedades convencionales de algodón.	43
Cuadro A11. Análisis de varianza para el cuarto muestreo y corresponde a la variable hojas, en cinco variedades convencionales de algodón.	43

Cuadro A12. Análisis de varianza para el cuarto muestreo y corresponden a la variable cuadros, flores y bellotas, en cinco variedades convencionales de algodón.

43

RESUMEN

Una de las manifestaciones más claras del crecimiento del cultivo está dada por el aumento del peso de las plantas y por la asignación de una diferente proporción de materia seca a los distintos órganos que la conforman. El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), generó cinco variedades convencionales de algodón, las cuales se encuentran en una etapa de regeneración, en instalaciones del Campo Experimental La Laguna, para que estén disponibles en su uso comercial por parte de los productores. El objetivo del presente estudio fue evaluar la producción y asignación de biomasa vegetativa y fructífera en cinco variedades convencionales de algodón generadas por el INIFAP. El sitio de estudio se ubica en el municipio de Matamoros Coahuila, en el Campo Experimental La Laguna del INIFAP. Durante el 2014 fueron sembradas cinco variedades convencionales, en instalaciones del INIFAP-Campo Experimental La Laguna, con el propósito de regenerar la semilla y entrar en un proceso de multiplicación de la misma. Los tratamientos de estudio corresponden a las variedades generadas por el INIFAP: a) Laguna 89; b) Nazas 87; c) CIAN precoz; d) CIAN 95, así como e) Juárez 91. Los lotes de siembra correspondieron a 800 metros cuadrados repartidos en 5 lotes, es decir uno por variedad. El establecimiento de cada variedad se ajustó al paquete tecnológico sugerido por el INIFAP, con siembras en surcos estrechos a 0.76 m y una densidad de población de 110, 000 plantas ha⁻¹, de manera que se asignaron 8.36 plantas por metro lineal,

con distanciamiento entre plantas de 11.96 cm. El manejo general del cultivo, como fertilización, riegos, manejo fitosanitario, defoliación, se ajustó al paquete tecnológico del algodnero. Para la producción de biomasa se realizaron cuatro muestreos destructivos de manera aleatoria a los 67, 89, 105 y 124 dds (días después de siembra). Para cada variedad se cortaron cuatro plantas en cada muestreo, con competencia completa entre plantas. A cada planta se le separaron los órganos vegetativos de tallos, ramas y hojas, en tanto los órganos fructíferos fueron cuadros, flores y bellotas. Para el secado de estos órganos se colocaron en bolsas por separado; en cada muestra se obtuvo el peso de materia verde y el peso de materia seca, para ello las muestras estuvieron 3 días en cuarto de deshidratado y posteriormente en estufa de secado por dos días a 62°C. La suma de órganos vegetativos y fructíferos, representó el peso seco total por planta, que equivale a la producción de biomasa. La información generada de biomasa, fue analizada estadísticamente mediante un completamente al azar, para 5 tratamientos (variedades) y cuatro repeticiones; para cada fecha de muestreo, el procedimiento de análisis estadístico fue similar. Se encontraron diferencias significativas en los análisis de varianza para la variable biomasa total acumulada, en el segundo y tercer muestreo realizados a los 105 y 124 dds, que coincide con la etapa fructífera de apertura de capullos y máxima etapa de apertura de capullos. Al tomar en cuenta la biomasa total acumulada, que involucra a tallos más ramas, hojas, cuadros, flores y bellotas, se tiene como mejor expresión de productividad a las variedades Juárez 91, CIAN 95 y Nazas 87 con diferencias significativas en los análisis de varianza.

La variedad Nazas 87 mostró una mayor estabilidad en el comportamiento creciente de biomasa total acumulada, aunque para el último muestreo (124 dds), la variedad Juárez 91, generó una alta productividad en su producción de biomasa total acumulada. Al analizar cada variable por separado, se tiene que la producción de tallos más ramas, presentó diferencias significativas en el segundo y cuarto muestreo (89 y 124 dds), donde la variedad Juárez 91 y Nazas 87 mostraron la mayor producción de ésta variable en el último muestreo. La producción de materia seca de hojas, mostro diferencias significativas en el tercero y cuarto muestreo (105 y 124 dds), donde la variedad Nazas 87 y Juárez 91, ofrecieron la mayor producción de ésta variable en el último muestreo. La producción de materia seca para cuadros, flores y bellotas, presentó diferencias significativas para el análisis de varianza, esto correspondió para el primero, tercero y cuarto muestreo (67,105 y 124 dds), donde la variedad CIAN 95 mostró el mejor comportamiento para tercero y último muestreo. La falta de continuidad en la información generada para cada variedad, puede obedecer a que el tamaño de muestra de cuatro plantas cortadas por muestreo fue insuficiente, lo que generó además altos valores en el coeficiente de variación.

Palabras clave: Producción, Biomasa, Biomasa aérea, Algodón y Variedades convencionales.

I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de las investigaciones que se han realizado para determinar los modelos de acumulación y asignación de biomasa en plantas de algodón, incluyen trabajos de métodos de siembra, genotipo, densidad de población y fertilización entre otros; sin embargo, muchos de estos estudios se han conducido con genotipos desarrollados para sistema de siembra de surcos amplios (Mohamad *et al.*, 1982). Bajo esta condición, la diferencia entre variedades se atribuye a una reducción de biomasa total y a una ineficiente asignación de materia seca hacia los órganos reproductivos (Unruh y Silverthooth, 1996).

La producción de biomasa aérea, es determinada mediante muestreos al ras del suelo, donde se valora la producción por unidad de superficie o por planta, de acuerdo al interés de la investigación (Pereyra *et al.*, 2013); por otro lado Hearn (1969), señala que las diferencias en rendimiento entre cultivares de algodón se deben más a la capacidad asimilatoria de sus órganos reproductivos que a su capacidad fotosintética.

El crecimiento de los cultivos está asociado con su capacidad para interceptar la radiación incidente y convertirla en materia seca. Las distintas especies vegetales difieren en la eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa (Andrade y Saldrás 2000).

La producción de materia seca, está estrechamente vinculada con el aprovechamiento de la radiación incidente, de la capacidad de intercepción y la eficiencia del cultivo para transformarla (Gardner *et al.*, 1985). La importancia del proceso de partición y producción de materia seca total, posee gran importancia en los cultivos (Villar, 1996). Una de las manifestaciones más claras del crecimiento del cultivo está dada por el aumento del peso de las plantas y por la asignación de una diferente proporción de materia seca a los distintos órganos que la conforman (Andrade *et al.*, 1996).

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), generó cinco variedades convencionales de algodón, las cuales se encuentran en una etapa de regeneración, en instalaciones del Campo Experimental La Laguna, para que estén disponibles en su uso comercial por parte de los productores (Palomo-Rodríguez, 2014); estudios previos sobre producción de biomasa, en la Comarca Lagunera son indicados por Ramírez-Seañez *et al.*, (2012), donde valoraron dos sistemas de producción en surcos ultra-estrechos y espaciados a 0,35 y 0,50 m con densidades poblacionales de 110 000 y 90 000 plantas/ha, respectivamente.

1.1. Objetivos:

Evaluar la producción y asignación de biomasa vegetativa y fructífera en cinco variedades convencionales de algodón generadas por el INIFAP.

1.2. Hipótesis:

Ho₁: Las variedades convencionales de algodón, no muestran variaciones en la producción y asignación de biomasa vegetativa y fructífera.

Ho₂: Las variedades convencionales de algodón, muestran variaciones en la producción y asignación de biomasa vegetativa y fructífera.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo

2.1.1 Origen

Sarmiento-Hernández *et al.*, (1992), menciona que el algodón y el aprovechamiento de su fibra datan de tiempos remotos. En el noroeste de la india (Valle del Río Indo Pakistán Oriental), se comprobó la existencia de tallos y productos fabricados con algodón en antiguas tumbas hindúes, que data de 3,000 años a.c., y pertenecen a *Gossypium arboreum L.*, existente aun en la india.

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

2.1.2. Condiciones ecológicas

La adaptabilidad del cultivo algodnero es demasiado amplia a las condiciones de clima y suelo; se cultiva exitosamente en países tan distantes, como China, India, Estados Unidos, Pakistán, Brasil, Argentina y Europa Oriental, entre otros. Las condiciones de clima y suelo, que demanda el cultivo se describen en forma promedio.

Temperatura

Temperaturas menores de 15°C causan lentitud en la germinación; temperaturas próximas a los 30°C facilitan una normal y rápida emergencia de la plántula y temperaturas mayores de 40°C la germinación se ve afectada.

Fotoperiodo

Existen variedades de fotoperiodo corto, largo, pero en general, las variedades cultivadas son indiferentes a él.

Altitud

Las regiones más prosperas de algodón, están situadas a altitudes de 0 a 500 m.s.n.m. cuando de siembra a más de 1000 m.s.n.m. el rendimiento y la calidad de la fibra se ven afectada.

Suelo

Aunque puede cultivarse en una gran variedad de suelos, crece mejor en los profundos, sueltos, con buen contenido de materia orgánica y buena capacidad de retención de humedad. Los suelos arenosos son bajos en rendimiento, justamente por su baja capacidad de retención de agua.

pH

Los suelos ácidos de tierra recién desmontada, no son aconsejables, sin embargo puede adaptarse a suelos que poseen desde 5.1 hasta 8.2; (Palomo-

Rodríguez, 2011), indica que la excesiva alcalinidad, puede presentar problemas por la elevada concentración de carbonatos y bicarbonatos de sodio, que comúnmente acompañan los elevados valores de pH

Humedad

Para que el cultivo disponga de una humedad adecuada, se requiere de hasta 1,250 mm de precipitación, de los cuales unos 200 a 300 mm deben estar bien distribuidos durante el periodo de crecimiento; (Palomo-Rodríguez, 2011) destaca que, cuando se dispone de agua para riego, la condicionante de precipitación, no resulta problema ya que se puede proveer el manejo del agua de acuerdo a la demanda que ofrece cada etapa fenológica, vegetativa y fructífera del cultivo.

Salinidad

El cultivo algodnero, es tolerante a condiciones de salinidad (Mass y Hoffman, 1977; Mass, 1987); sin embargo estudios realizados con aguas de riego altamente salinas, en concentraciones crecientes para CE-RAS, indican que valores de 10.27 dS m^{-1} abatieron los rendimientos de fibra en un 23 por ciento y en efecto, los rendimientos decrecen progresivamente en la medida que aumentan los valores de salinidad (Palomo-Rodríguez *et al.*, 20013).

2.2. Ciclo del algodón

Según (Díaz, 2002), el ciclo del algodón se divide en cinco partes diferentes,

las cuales son: 1) Fase de nacencia; comprende de la germinación al despliegue de los cotiledones, de 6-10 días; 2) Fase “plántula” o embrión; desde el despliegue de los cotiledones al estadio de 3-4 hojas con una duración de 20-25 días; 3) Fase prefoliación; desde el estadio de 3- 4 hojas al comienzo de la floración con una duración de 30-35 días; 4) Fase de floración con duración de 50-70 días; 5) Fase de maduración de las capsulas e involucra una duración de 50-80 días.

2.3. Descripción Morfológica del algodón

Las características que definen la estructura morfológica del algodónero, van desde su forma, raíz, tallo, ramas vegetativas, ramas fructíferas, hojas, flores, fruto y semilla; Díaz (2002), describe la planta del algodón (*Gossypium hirsutum* L.) de la siguiente manera:

Forma

El algodón muy desarrollado, el tallo principal es erguido y su crecimiento es terminal y continuo (monopódico), las ramas secundarias y después las siguientes, se desarrollan de manera continua (monopódico), o discontinua (simpódica). La longitud del tallo principal así como la de las ramas, es variable; el conjunto constituye el porte que varía de piramidal a esférico.

Raíz

La raíz principal es axonomorfa o pivotante, con raíces secundarias al lado de la principal, siguen una dirección más o menos horizontal, las cercanas al cuello más largas y obviamente las próximas al ápice más cortas. Las raíces secundarias se ramifican consecutivamente hasta llegar a los pelos absorbentes radicales. La profundidad de su penetración en suelo varia de 50 a 100 cm., y bajo condiciones muy favorables, en suelos que tengan buen drenaje alcanza hasta más de dos M. de profundidad.

Tallo

El tallo principal es erecto, con un crecimiento monopodial, integrados por nudos y entrenudos. De un nudo se desarrolla una hoja y en la base del peciolo emergen dos yemas, una es vegetativa otra la fructífera.

La corteza, es moderadamente gruesa, dura y encierran a las fibras liberianas con la cara extrema más o menos suberificado. Los tallos son de color amarillento sobre las partes viejas, verdosas o rojizas sobre las partes jóvenes.

Ramas vegetativas

Las ramas vegetativas o monopodicas se encuentran en la zona definida cerca de la base de la planta, sobre ella no se desarrollan directamente órganos reproductivos. Normalmente la rama desarrolla dos o tres de estas ramas.

Ramas fructíferas

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

Hojas

Las hojas naces sobre el tallo principal, las hojas de las variedades cultivadas tienen de tres a cinco lóbulos pueden ser de color verde oscuro o rojizo. Tienen de tres a cinco nervaduras con nectarios en el envés que excreta un fluido dulce.

Flor

Las flores son dialipétalas, con cuatro brácteas y estambres numerosos que envuelven al pistilo: es planta autógama, aunque algunas flores abren antes de la fecundación, produciendo semillas híbridas.

Fruto

El fruto es una capsula con tres a cinco carpelos, que tienen de seis a nueve semillas cada uno. Las células epidérmicas de la semilla constituyen la fibra llamada algodón. La longitud de la fibra varía entre 20 y 45 cm., y el calibre o grosor entre 15 y 25 micras. Después de la maduración del fruto se produce la

dehiscencia, abriéndose la capsula. La floración de la planta de algodón es escalonada. El aprovechamiento principal del algodón es la fibra textil.

Semilla

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

2.4. Requerimientos del cultivo

El algodón procede de climas tropicales, pero se cultiva entre los 42° de longitud norte y los 35° de longitud sur, excepto en las zonas del ecuador, donde el exceso de lluvias dificulta su explotación, el algodón no germina por debajo de los 14° C y es una planta que necesita de alta temperatura. Su germinación es muy delicada, teniendo que está el terreno bien preparado. Sino tiene la humedad apropiada, no nace y si se pasa la humedad, se pudre la semilla. Si después de nacer se presentan días algo fríos, las plantas mueren y obliga a efectuar resiembra. La maduración y apertura de los frutos exige mucha luz y temperatura, y le son perjudiciales las lluvias de otoño. Durante los 30 días que proceden de la floración, el algodón es muy sensible a la sequía.

La polinización y el cuajado de las capsulas se hace mejor en tiempo seco, aunque con humedad en el terreno, las raíces del algodón necesitan terreno profundo y permeable para que respiren bien. Le perjudica la acides, por lo que requiere reacción neutra o alcalina, aunque no tolera el exceso de cal.

El algodón no es muy exigente en la fertilidad del suelo. En terrenos muy fértiles, arcillosos y sobre todo en los limosos, el desarrollo vegetativo, es muy bueno, pero al prolongarse el ciclo hay capsulas que no llegan a madurar, siendo la floración muy escalonada. En terrenos menos fértiles alcanzan menos altura, pero fructifican bien y, sobre todo, es menor la cantidad de capsulas que no llegan a madurar por alcanzar los fríos.

En España el algodón, se produce mucho mejor en terrenos que tienen mucho residuo de trigo y maíz, que en los de remolacha, en contraposición a lo que ocurre en la mayor parte de las plantas. Parece que los residuos de remolacha que quedan en el terreno favorecen la producción de hongos, que produce la podredumbre de la semilla o la raíz una vez nacida la planta. Aunque en zonas que se cultiva el algodón se siembra poca patata en regadío, también le va bien a la patata como cultivo anterior, probablemente que por la misma razón que a la remolacha.

El algodón puede cultivarse bien varios años en el mismo terrero, siempre que no haya ataque de *Verticillium* (Malaguti *et al.*, 1973); por otro lado Robles-

Sánchez (1980) señala que la resistencia a *Verticillium* es influenciada por factores hereditarios, medio ambiente, grado de madurez de fibra, espesor de las paredes de las fibras individuales, época de floración, localización de las fibras sobre las diferentes partes de las semillas y falta de elementos de nutrientes encargados de provocar el aumento en el contenido de carbohidratos en la planta.

2.5. Biomasa

La materia seca de las plantas está constituida por más del 90% en compuestos orgánicos como la celulosa, almidón, lípidos y proteínas (Marschner, 2002), además en la composición mineral (Epstein y Bloom, 2005). Debido a esto, la producción de la materia seca total, el rendimiento biológico, es directamente relacionada con la fotosíntesis (Marschner, 2002) que depende, entre otros, de la presencia de hojas verdes (Wild ,1992). En concordancia, se obtuvo mayor materia seca con un mayor tiempo de corte, debido principalmente a que las plantas tuvieron más tiempo para su crecimiento y desarrollo, en el que acumularon mayor cantidad de compuestos orgánicos.

La biomasa corresponde a la cantidad de materia viva presente en un momento dado en un sistema biológico, expresada en unidades de peso seco por unidad de superficie (Newbould, 1967). Esta puede ser utilizada para determinar la distribución de materia orgánica en el sistema, como también para catalogar, en forma de inventario, la cantidad de materia biológica disponible en un momento y

ambiente determinado, además de medir cantidades reales y potenciales de variados productos como madera, frutos, hojas, corteza, entre otros (Pedrasa, 1989). La evaluación de la biomasa presente en los distintos componentes de un individuo, permite estimar el potencial productivo de un ecosistema boscoso (Montecinos, 2001).

Investigaciones realizadas por Pardo-Camacho (2006) estuvieron orientadas a valorar la producción y distribución de biomasa y rendimiento del algodón, en surcos ultra-estrechos; en el procedimiento metodológico, para biomasa, se realizaron tres muestreos destructivos a los 67, 89 y 124 dds, donde se cortaron dos plantas en cada muestreo, con competencia completa por parcela; a cada planta se le separaron los órganos vegetativos en tallos, ramas y hojas, en tanto los órganos reproductivos fueron cuadros, flores, bellotas y capullos. De los cuales la suma de ambos representa el peso seco total por planta.

2.6. Materia seca

El crecimiento de los cultivos está asociado con su capacidad para intersectar la radiación incidente y convertirla en materia seca. Las distintas especies vegetales difieren en la eficiencia de conversión de radiación intersectada en biomasa (Andrade y Saldrás, 2000).

La producción de materia seca, está estrechamente vinculada con el aprovechamiento de la radiación incidente, de la capacidad de intercepción y la eficiencia del cultivo para transformarla (Gardner *et al.*, 1985). La eficiencia del proceso de partición y la producción de materia seca total posee gran importancia en los cultivos (Villar, 1996). Una de las manifestaciones más claras del crecimiento del cultivo está dada por el aumento de peso de las plantas y por la asignación de una diferente proporción de materia seca a los distintos órganos que la conforman (Andrade *et al.*, 1996).

Las técnicas escritas por Rafor (1967) y Hunt (1978) para el cálculo del índice del crecimiento de plantas, han sido de gran utilidad para saber cómo afecta el ambiente, o una práctica cultural, la dinámica de crecimiento y la eficiencia fotosintética de una planta o de una comunidad de plantas con respecto a otra, o bien, para evaluar el comportamiento de diferentes genotipos en un mismo o en varios ambientes.

Well y Meredith (1984) indican que la superioridad productiva de las nuevas variedades de algodón con respecto a las antiguas se debe a que aquellas acumulan una mayor cantidad de materia seca en los órganos reproductivos y a que su mayor desarrollo reproductivo ocurre cuando el área foliar alcanza su máximo valor.

2.7. Desarrollo de Variedades Transgénicas

Trolinder (1995) señala que en 1987 el Algodonero fue el primer cultivo donde se trabajó el área de ingeniería genética; se indica que para obtener una nueva variedad se requiere de al menos tres disciplinas; biología molecular, fisiología y por supuesto genética. Otras disciplinas importantes para el propósito de la ingeniería genética de una planta son la bioquímica, la biología celular y la inmunología. Todas estas disciplinas son necesarias para determinar que gen puede ser transferido para obtener un resultado específico. Este proceso requiere alrededor de 12 años de intenso trabajo.

El algodón transgénico que se cultiva hoy en día en México, ha sido modificado genéticamente para que sea tolerante a los herbicidas o resistente a los insectos. De los tipos de transgénicos actualmente disponibles para producción comercial, dos ofrecen tolerancia a los herbicidas y uno es resistente al grupo de lepidópteros inmaduros del algodón Bt (*Bacillus thuringiensis*); el *Bacillus thuringiensis* es una bacteria muy común que se encuentra en el suelo y puede producir proteínas CRY, las cuales son tóxicas para algunos lepidópteros inmaduros que inciden sobre el algodón y su acción es específica a dichos insectos (Palomo-Rodríguez, 2011).

El algodón Bt se plantó por primera vez con fines comerciales en 1996 en Australia y los Estados Unidos, en tanto en México su ingreso fue a partir de 1997; el algodón transgénico ha sido aprobado oficialmente para su uso comercial en

diversos países como Argentina, Australia, China, Colombia, Estados Unidos, India, Indonesia, México, Paraguay y Sudáfrica, entre otros; en otros varios países, se encuentra en fase de experimentación y posible liberación comercial por las autoridades que integran las Comisiones Nacionales de Bioseguridad de cada país (Palomo-Rodríguez, 2014).

A partir de 1997 inició la siembra comercial de variedades transgénicas de algodón en México y la tecnología de producción que generó el INIFAP-CELALA, fue adecuada a estos genotipos; el beneficio directamente registrado, fue el control del complejo de lepidópteros inmaduros que se registraba anteriormente. Actualmente las variedades transgénicas, son ampliamente distribuidas en el país, por Monsanto y Bayer, donde la proporción de transgénicas con respecto a variedades convencionales es de 94:06 por ciento; esta proporción de variedades convencionales, es conocida como refugio, donde las poblaciones de lepidópteros no lleguen a desarrollar resistencia al algodón Bt (Palomo-Rodríguez, 2014).

Las siembras extensivas de algodón Bt pueden incidir en un flujo de genes entre el algodón Bt y las variedades locales o especies silvestres de algodón, poniendo en peligro estas reservas de biodiversidad, sobre todo si se toma en cuenta que existen materiales silvestres de algodón en estados como Chiapas, Veracruz y Oaxaca, entre otros sobre todo para (*Gossypium gossypoides*), (*Gossypium aridum*), (*Gossypium hirsutum*), (*Gossypium barbadense*), (*Gossypium*

thurberi) y (*Gossypium armourianum*) como lo indica Palomo-Rodríguez (2015); aun cuando el algodnero es una especie autógama, es decir de autofecundación, se tiene un margen de entrecruzamiento menor al 5 por ciento, de ahí la necesidad de identificar las áreas comerciales de algodón transgénico, con las áreas potenciales donde pueden existir materiales silvestres del género *Gossypium spp.* Brubaker y Wendel (1994), destaca que la especie *Gossypium hirsutum* L., es la especie de algodón de la cual México es el centro de origen y de diversidad genética.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Clima Regional

Las condiciones climáticas que imperan en la comarca lagunera de acuerdo a la clasificación de Thorthwaite y el atlas nacional del medio físico (1982), en el área cultivable de la región cuenta con un clima seco con deficiencia de lluvia en todas las estaciones, con un promedio de precipitación pluvial anual de 215.5 milímetros, con temperaturas semi-cálidas con un promedio anual es de 22.6°C, con invierno benigno (Eb b1 “b”).

3.2. Ubicación del sitio de estudio

El sitio de estudio se ubica en el municipio de Matamoros Coahuila, en el Campo Experimental La Laguna del INIFAP; su ubicación geográfica es entre los paralelos 25° 31´ y 35.75´´ de latitud norte y los meridianos 103° 14´ y 34.44´´ de longitud oeste de Greenwich, a una altura de 1116 m sobre el nivel del mar.

3.3. Establecimiento y manejo del trabajo de campo

3.3.1. Tratamientos de estudio

Durante el 2014 fueron sembradas cinco variedades convencionales, en instalaciones del INIFAP-Campo Experimental La Laguna, con el propósito de regenerar la semilla y entrar en un proceso de multiplicación de la misma. Los tratamientos de estudio corresponden a las variedades generadas por el INIFAP: a) Laguna 89; b) Nazas 87; c) CIAN precoz; d) CIAN 95, y e) Juárez 91. La

multiplicación de semilla fue establecida en 0.4 ha para cada variedad, para un total de 2 ha; los lotes de siembra correspondieron a 800 metros cuadrados repartidos en 5 lotes. El establecimiento de cada variedad se ajustó al paquete tecnológico sugerido por el INIFAP, con siembras en surcos estrechos a 0.76 m y una densidad de población de 110, 000 plantas ha⁻¹.

En marzo del 2014 fue preparado el terreno de 2.0 ha para la siembra de las cinco variedades convencionales no transgénicas de algodón, para ello se procedió a un barbecho profundo, dos pasos de rastra, un balastreo o nivelación, surcado a 0.76 m y bordeado para la aplicación del aniego y siembra en suelo húmedo.

3.3.2. Siembra y fertilización

Inicialmente el estudio estaba programado para establecerse en abril del 2014, sin embargo por retraso en la disponibilidad de recursos, la siembra fue recorrida para realizarse en mayo del mismo año. En abril 23 fue aplicado un aniego en la superficie indicada de 2 ha y en un plazo de dos semanas la parcela estaba en condiciones de siembra. Se utilizó una sembradora de precisión y la calibración de la misma fue ajustada a tirar 110,000 plantas ha⁻¹, de manera que se asignaron 8.36 plantas por metro lineal con distanciamiento entre plantas de 11.96 cm.

La siembra se llevó a cabo inmediatamente después de que el suelo dio punto, para ello se dieron dos pasadas de lillingston o azadón giratorio, para arropar

los surcos y que el suelo este perfectamente mullido. Al momento de la siembra se fertilizó con la dosis 80-60-00, es decir la mitad del nitrógeno y el total del fósforo para una formulación total de 160-60-00, el resto de la fertilización nitrogenada se aplicó en el primer riego de auxilio. Las fuentes de fertilización a utilizar fueron sulfato de amonio y MAP.



Figura 1. Siembra del algodón con una sembradora de precisión tipo Gaspardo, en instalaciones del INIFAP-Campo Experimental La Laguna.

3.3.3. Manejo de riegos de auxilio

Durante el ciclo de cultivo fueron aplicados tres riegos de auxilio, de acuerdo al paquete tecnológico generado por el INIFAP-CELALA; las aplicaciones de riego fueron a los 60, 80 y 100 dds; el riego fue aplicado por gravedad al utilizar un sistema de multi-compuertas; fue aforado el volumen de agua para tres salidas del sistema para un tiempo determinado; las láminas de riego oscilaron entre los 14.76 a 15.20 cm para cada evento.

3.3.4. Labores fitosanitarias

Durante el ciclo de cultivo se inspecciono el estado fitosanitario del cultivo para proceder en el manejo integrado; se realizaron inspecciones periódicas para valorar la presencia y control de lepidópteros inmaduros (Figura 2), así como inspecciones para establecer la frecuencia de oviposuras de picudo del algodnero (Figura 3). Solamente fue necesaria la aplicación química correspondiente para picudo y mosquita blanca. Para el caso de picudo se realizó una aplicación a finales de septiembre con malathion 1000 a la dosis recomendada por la casa comercial (1.0-1.5 L ha⁻¹); para mosquita blanca se realizaron dos aplicaciones con los productos y dosis que ofrece el mercado en su momento.



Figura 2. Inspecciones fitosanitarias para valorar la presencia de lepidópteros en variedades convencionales de algodnero y oviposuras de picudo, en instalaciones del INIFAP-Campo Experimental La Laguna.

3.3.5. Control de malezas y defoliación

Para el control de maleza no se realizó ningún tipo de control químico, ya que no representó un problema; sin embargo se procedió a realizar deshierbes manuales. Para la defoliación ésta se llevó a cabo a los 164 dds, para ello se utilizó el defoliante DROP a razón de 1.25 kg ha^{-1} los cuales dieron los resultados esperados luego se procedió a la cosecha.



Figura 3. Aplicación de insecticidas contra picudo del algodnero, para las variedades convencionales de algodnero, en instalaciones del INIFAP-Campo Experimental La Laguna.

3.4. Evaluación de la biomasa en variedades convencionales

Para la producción de biomasa se siguió el procedimiento metodológico de Pardo-Camacho (2006), donde se realizaron cuatro muestreos destructivos de manera aleatoria a los 67, 89, 105 y 124 dds (días después de siembra); para cada variedad se cortaron cuatro plantas en cada muestreo, con competencia completa entre plantas. A cada planta se le separaron los órganos vegetativos de

tallos, ramas y hojas, en tanto los órganos fructíferos fueron cuadros, flores y bellotas.

Para el secado de estos órganos se colocaron en bolsas por separado; en cada muestra se obtuvo el peso de materia verde y el peso de materia seca, para ello las muestras estuvieron 3 días en cuarto de deshidratado y posteriormente en estufa de secado por dos días a 62°C. La suma de órganos vegetativos y fructíferos, representó el peso seco total por planta, que equivale a la producción de biomasa.

La información generada de biomasa, fue analizada estadísticamente mediante un completamente al azar, para 5 tratamientos (variedades) y cuatro repeticiones; para cada fecha de muestreo, el procedimiento de análisis estadístico fue similar.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Producción de biomasa total acumulada

Los análisis de varianza indican diferencias significativas para la producción de biomasa total acumulada para el tercero y cuarto muestreos (Cuadro 1), que incluye tallos, ramas, hojas, cuadros, flores y bellotas. Todas las variedades en evaluación mostraron una continuidad creciente en la producción de biomasa total (Cuadro 2 y Figura 4), aunque para el tercero y cuarto muestreo quedó definido el comportamiento de las variedades más productivas que fueron Juárez 91, CIAN 95 y Nazas 87.

Cuadro 1. Significancia estadística de la producción de biomasa total acumulada, que comprende tallos, ramas, hojas, cuadros, flores y bellotas, para cinco variedades convencionales de algodón en cuatro muestreos.

Parámetro evaluado y muestreo		Juárez 91	CIAN 95	Variedad CIAN precoz	Nazas 87	Laguna 89
MS de biomasa total acumulada	67 dds	NS	NS	NS	NS	NS
	89 dds	NS	NS	NS	NS	NS
	105 dds	*	*	*	*	*
	124 dds	*	*	*	*	*

La continuidad indicada, es el progreso creciente de la biomasa total acumulada en función del tiempo y que se presenta de manera incipiente en el primer muestreo realizado en plena producción de primeros cuadros (67 dds), hasta alcanzar el desarrollo propio de su madures y que coincide con el inicio de la pizca a los 124 dds. En la Figura 4 se indica que las variedades CIAN precoz y Laguna 89, mostraron la menor producción de biomasa total acumulada en el

cuarto muestreo, que coincide con la finalización del ciclo de cultivo y etapa de pizca.

Cuadro 2. Significancia estadística y prueba de comparación de medias (PCM), para la producción de biomasa total que comprende tallos, ramas, hojas, cuadros, flores y bellotas en cinco variedades convencionales de algodón.

Primer muestreo 67dds			Segundo muestreo 89 dds			Tercer muestreo 105 dds			Cuarto muestreo 124 dds					
Varie- -dad	PMC	tukey	Varie- -dad	PMC	Tukey	Varie- -dad	PMC	tukey	Varie- -dad	PMC	tukey			
1	45.095	NS	1	57.696	NS	2	94.125	A	1	139.558	A			
2	47.997	NS	2	51.515	NS	3	93.395	A	2	135.137	A			
3	66.132	NS	3	71.200	NS	4	91.780	A	4	133.492	A			
4	53.548	NS	4	73.711	NS	5	72.564	AB	5	102.845	B			
5	39.074	NS	5	46.198	NS	1	68.982	AB	3	100.970	B			
C.V.			36.642			46.806			32.911			30.750		

Var 1 Juárez 91; Var 2 CIAN 95; Var 3 CIAN precoz; Var 4 Nazas 87; Var 5 Laguna 89

Para el primero y segundo muestreo (Cuadro 2), no se encontraron diferencias estadísticas para los análisis de varianza y en ambos casos se registraron los mayores coeficientes de variación; contrariamente en el tercero y cuarto muestreo, se encontraron diferencias significativas en los análisis de varianza; para el primero y segundo muestreos, las variedades 3 y 4 (CIAN precoz y Nazas 87), mostraron un importante repunte en el desarrollo y capacidad productiva de biomasa total acumulada, sin embargo en el tercer muestreo el comportamiento de las variedades refleja un repunte de la variedad 2 (CIAN 95), aunque se mantiene la productividad de las variedades 3 y 4 (CIAN precoz y Nazas 87).

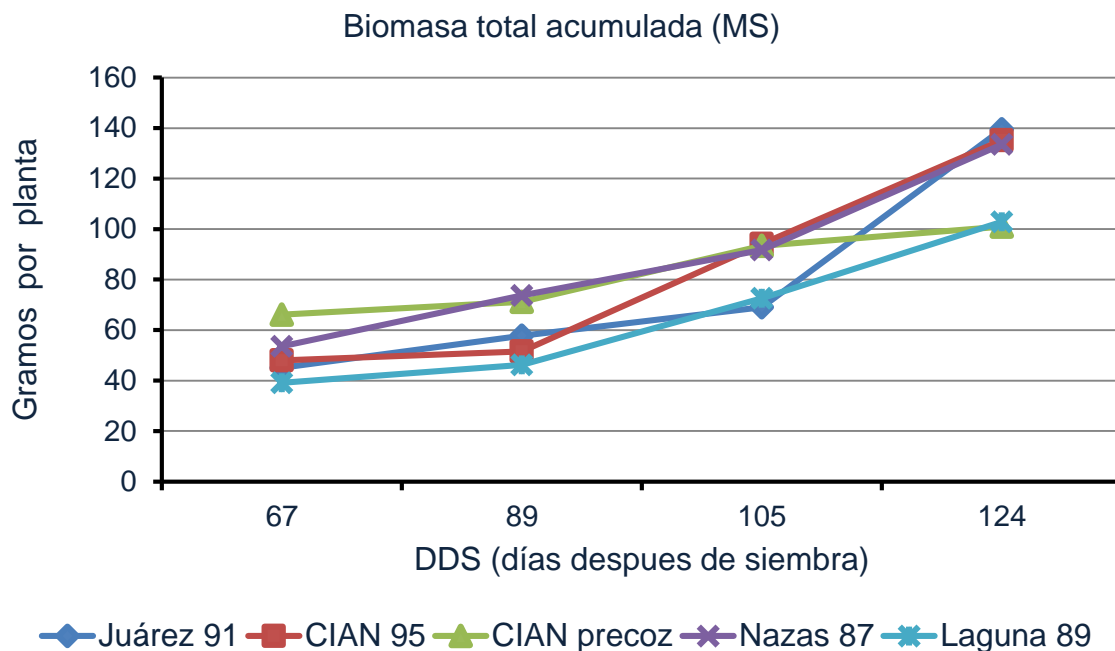


Figura 4. Producción de biomasa total acumulada en cinco genotipos convencionales a lo largo del ciclo vegetativo y fructífero del algodón.

Hacia el final del ciclo de cultivo, concretamente para el cuarto muestreo, la variedad 1 (Juárez 91), terminó con una amplia capacidad productiva de sus órganos fructíferos, que al transformarlos en materia seca, finaliza como la variedad con mayor biomasa generada, aunque se mantiene en segundo y tercer lugar las variedades CIAN 95 y Nazas 87 (Cuadro 2 y Figura 4).

Al analizar el comportamiento que tuvo la producción de biomasa total acumulada, que incluye tallos, ramas, hojas, cuadros, flores y bellotas, para los cuatro muestreos, se tiene que en el primer muestreo, la variedad CIAN precoz inició como el genotipo de mayor producción y para el segundo muestreo, destacaron CIAN precoz y Nazas 87 (Figuras 5 y 6).

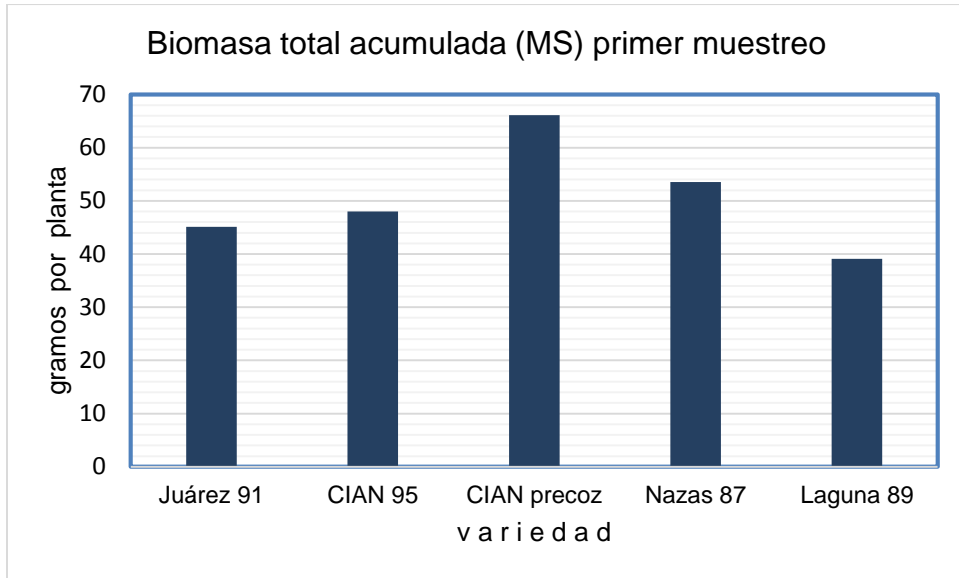


Figura 5. Producción de biomasa total acumulada en cinco genotipos convencionales de algodón para el primer muestreo realizado a los 67 dds.

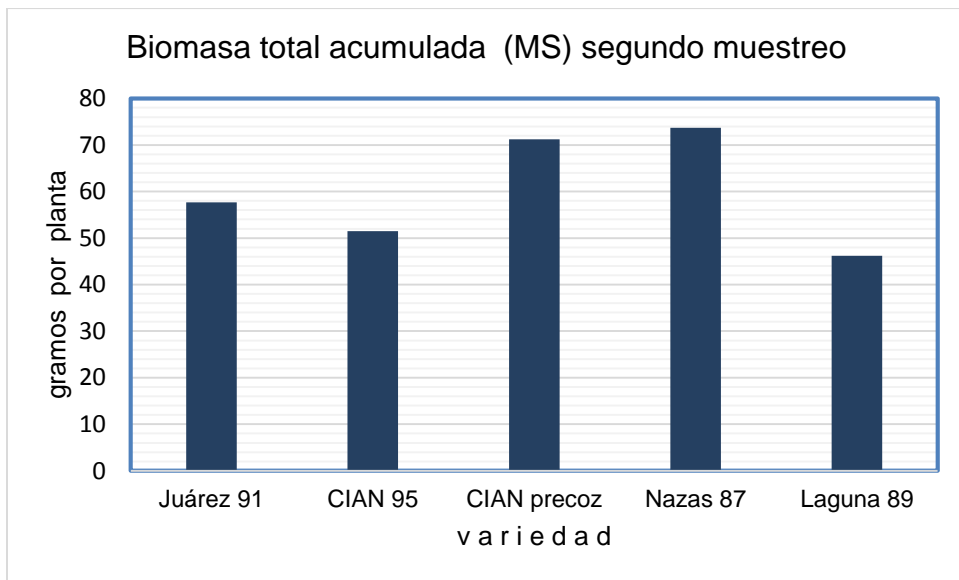


Figura 6. Producción de biomasa total acumulada en cinco variedades convencionales de algodón para el segundo muestreo realizado a los 89 dds.

Para el tercer muestreo de biomasa total generada, se tiene igualmente a las variedades CIAN precoz y Nazas 87 como las que mantienen una mejor

expresión en la generación de biomasa, sin embargo la variedad CIAN 95 inicia un repunte importante en su capacidad productiva y Laguna 89 se mantiene junto con Juárez 91, como las variedades de menor talla para la producción de biomasa total acumulada (Figura 7).

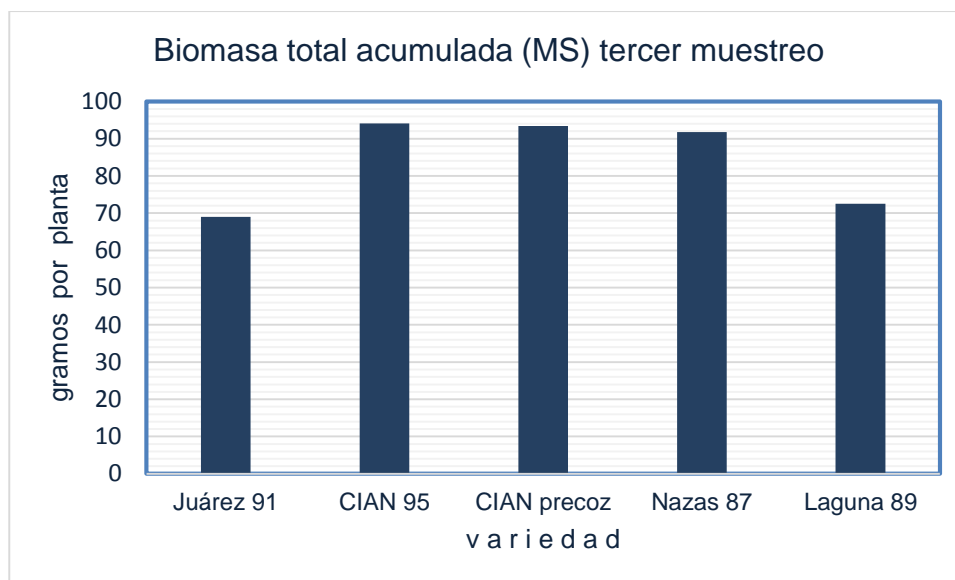


Figura 7. Producción de biomasa total acumulada en cinco genotipos convencionales de algodón para el tercer muestreo realizado a los 105 dds.

Para el cuarto muestreo, la variedad CIAN precoz se quedó con la misma producción de biomasa que en el muestreo anterior, en tanto las variedades Nazas 87, CIAN 95 y Juárez 91 inician un repunte hacia el final del ciclo de cultivo (Figura

8). Sin excepción, todas las variedades estuvieron bajo el mismo manejo de fertilización y riegos, para mantener vigente el principio de que aporten una

máxima expresión de precocidad y rendimiento, sin posibilidades de ampliar su ciclo vegetativo y fructífero.

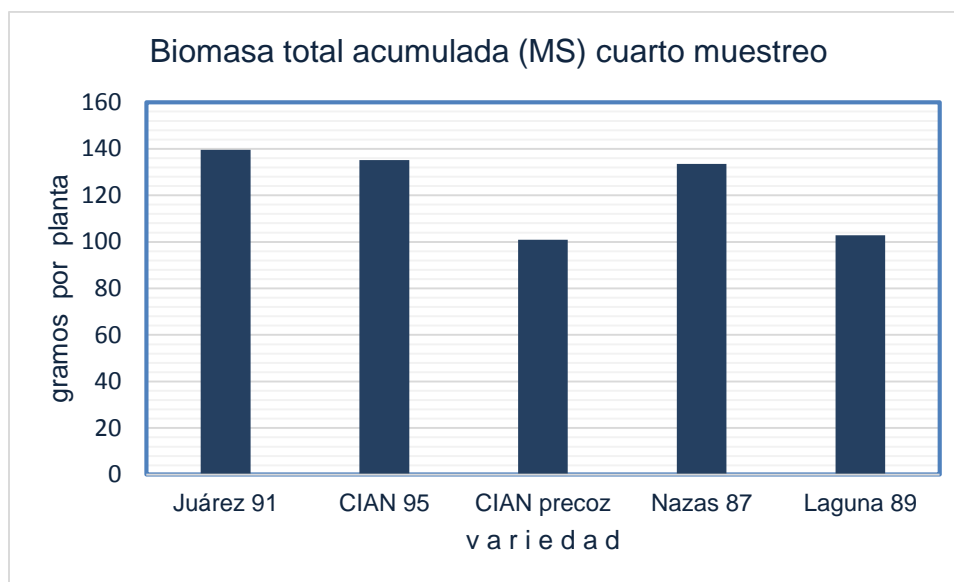


Figura 8. Producción de biomasa total acumulada en cinco variedades convencionales de algodón para el cuarto muestreo realizado a los 124 dds.

4.2. Producción de biomasa conformada por tallos más ramas

Para el primer muestreo, las cinco variedades mostraron una uniformidad en la producción de tallos más ramas, aunque no se encontraron diferencias significativas en los análisis de varianza (Cuadro 3); de igual manera en el tercer muestreo, no se encontraron diferencias significativas. En cambio para el segundo y cuarto muestreo es donde se encontraron diferencias significativas. Hacia el final del ciclo vegetativo y fructífero del algodón, es donde se aprecia una marcada diferencia en la producción de tallos más ramas y corresponde la mayor biomasa para las variedades Juárez 91 y Nazas 87.

Cuadro 3. Producción de biomasa en cinco variedades de algodón para cuatro muestreos y que corresponden a materia seca de tallos más ramas, con su respectiva prueba de comparación de medias (PCM).

Variedad	Primer muestreo 67 dds			Segundo muestreo 89 dds			Tercer muestreo 105 dds			Cuarto muestreo 124 dds		
	PMC	tukey	Variedad	PMC	tukey	Variedad	PMC	tukey	Variedad	PMC	tukey	Variedad
1	11.075	NS	4	18.292	A	1	13.850	NS	1	42.775	A	
2	16.074	NS	2	17.040	A	2	18.208	NS	4	39.700	A	
3	14.350	NS	3	15.537	AB	3	21.354	NS	2	26.200	AB	
4	14.358	NS	5	14.177	AB	4	19.625	NS	5	24.085	AB	
5	14.100	NS	1	13.075	AB	5	18.150	NS	3	23.350	AB	
C.V.	30.910			25.950			32.560			26.140		

Var 1 Juárez 91; Var 2 CIAN 95; Var 3 CIAN precoz; Var 4 Nazas 87; Var 5 Laguna 89

Las cinco variedades en evaluación, registran una continuidad creciente en la producción de tallos más ramas (Figura 9); del primero al tercer muestreo las variedades presentaron una estabilidad en la producción de estas variables. Fue en el último muestreo donde las variedades Juárez 91 y Nazas 87, alcanzan una alta producción de biomasa.

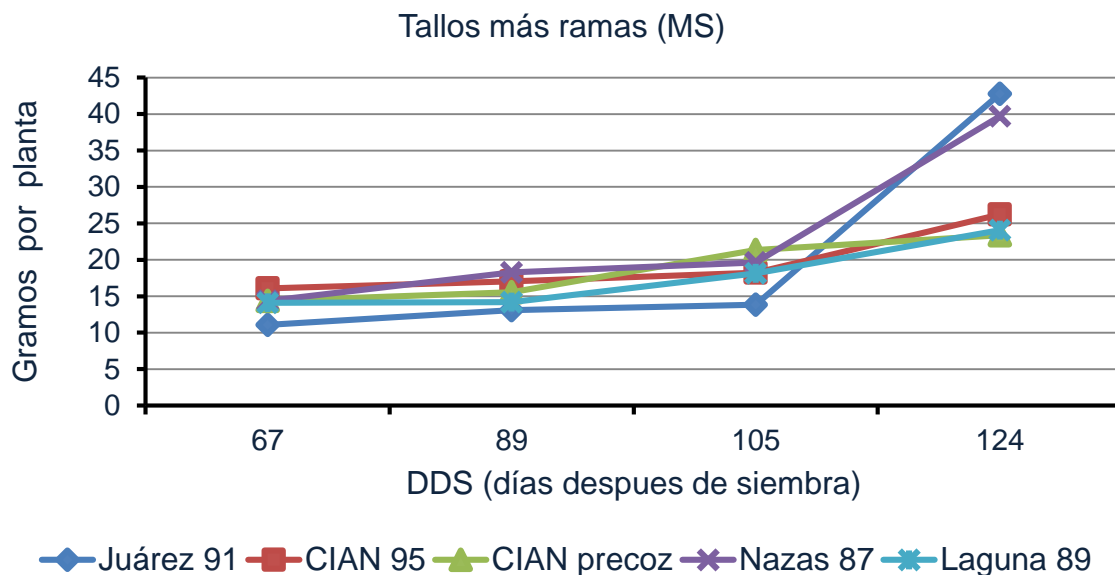


Figura 9. Producción de biomasa para tallos y ramas en cinco variedades convencionales a lo largo del ciclo vegetativo y fructífero del algodónero.

4.3. Producción de biomasa conformada por materia seca de hojas

Para la producción de hojas solamente se obtuvieron diferencias significativas en los análisis de varianza para el tercer y cuarto muestreo; para el primer y segundo muestreo, la producción de materia seca de hojas fue muy similar sin diferencias estadísticas (Cuadro 4). La variedad Nazas 87 mostró la mayor producción de ésta variable para el tercer muestreo, en tanto para el cuarto muestreo, las mejores variedades fueron Nazas 87 y Juárez 91, ya que fueron estadísticamente iguales (Figura 10).

Cuadro 4. Producción de biomasa indicada como materia seca de hojas, para cinco variedades convencionales de algodón en cuatro muestreos, con su respectiva prueba de comparación de medias (PCM).

Primer muestreo 67 dds			Segundo muestreo 89 dds			Tercer muestreo 105 dds			Cuarto muestreo 124 dds		
Varie- dad	PMC	tukey	Varie- dad	PMC	tukey	Varie- dad	PMC	tukey	Varie- dad	PMC	tukey
1	15.450	NS	1	16.170	NS	4	28.750	A	4	44.123	A
2	19.626	NS	2	20.750	NS	2	23.975	AB	1	39.825	A
3	17.455	NS	3	20.170	NS	3	22.370	AB	3	27.821	B
4	14.300	NS	4	20.625	NS	5	18.340	AB	2	26.635	B
5	12.329	NS	5	14.552	NS	1	17.500	B	5	21.596	B
C.V.	38.74			45.35			31.18			26.35	

Var 1 Juárez 91; Var 2 CIAN 95; Var 3 CIAN precoz; Var 4 Nazas 87; Var 5 Laguna 89

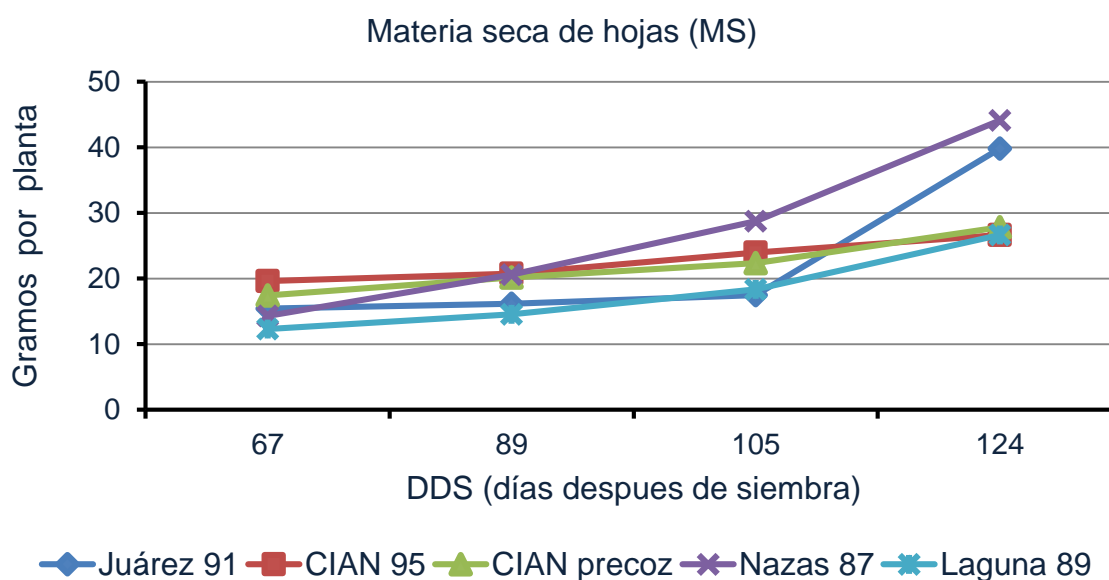


Figura 10. Producción de materia seca de hojas en cinco genotipos convencionales a lo largo del ciclo vegetativo y fructífero del algodón.

La figura 10 destaca como la producción de hojas, se mantuvo constante durante los primeros dos muestreos, y hasta el tercer muestreos, se presenta un acelerado desarrollo y que corresponde al momento previo a la apertura de primeros capullos (105 dds); para el cuarto muestreo, las variedades se encuentran en plena producción de primeros capullos a los 124 dds.

4.4. Producción de biomasa conformada por materia seca de cuadros, flores y bellotas

Para la producción de órganos fructíferos, donde se involucra a cuadros, flores y bellotas, se tiene que para el primero, tercero y cuarto muestreos, se encontraron diferencias significativas en los análisis de varianza (Cuadro 5).

Cuadro 5. Producción de biomasa en cinco variedades convencionales de algodón para cuatro muestreos, que corresponden a la suma de cuadros, flores y bellotas, con su respectiva prueba de comparación de medias (PCM).

Varie- -dad	Primer muestreo 67 dds			Segundo muestreo 89 dds			Tercer muestreo 105 dds			Cuarto muestreo 124 dds		
	PMC	tukey		Varie- -dad	PMC	tukey	Varie- -dad	PMC	tukey	Varie- -dad	PMC	tukey
3	34.292	A		3	35.528	NS	2	51.955	A	2	82.300	A
4	24.900	AB		4	34.867	NS	3	49.675	A	1	56.950	AB
1	18.575	B		1	28.450	NS	4	43.460	BC	3	49.800	AB
5	12.655	B		5	17.479	NS	1	37.630	BC	4	49.675	AB
2	12.300	B		2	13.725	NS	5	36.075	C	5	57.175	AB
C.V.	40.27				39.97			34.99			68.93	

Var 1 Juárez 91; Var 2 CIAN 95; Var 3 CIAN precoz; Var 4 Nazas 87; Var 5 Laguna 89

Para el primer muestreo, destaca la variedad CIAN precoz y Nazas 87, en tanto para el tercer muestreo se tiene a CIAN 95 y CIAN precoz, sin embargo para el último muestreo a los 124 dds repunto nuevamente el desarrollo fructífero de CIAN 95, con diferencias estadísticas en los análisis de varianza.

En forma gráfica, se observa que la variedad CIAN 95, inició un importante repunte después del segundo muestreo (Figura 11), hasta cerca de la finalización del ciclo de cultivo, donde el algodnero se encontraba prácticamente en etapa de pizca o cosecha.

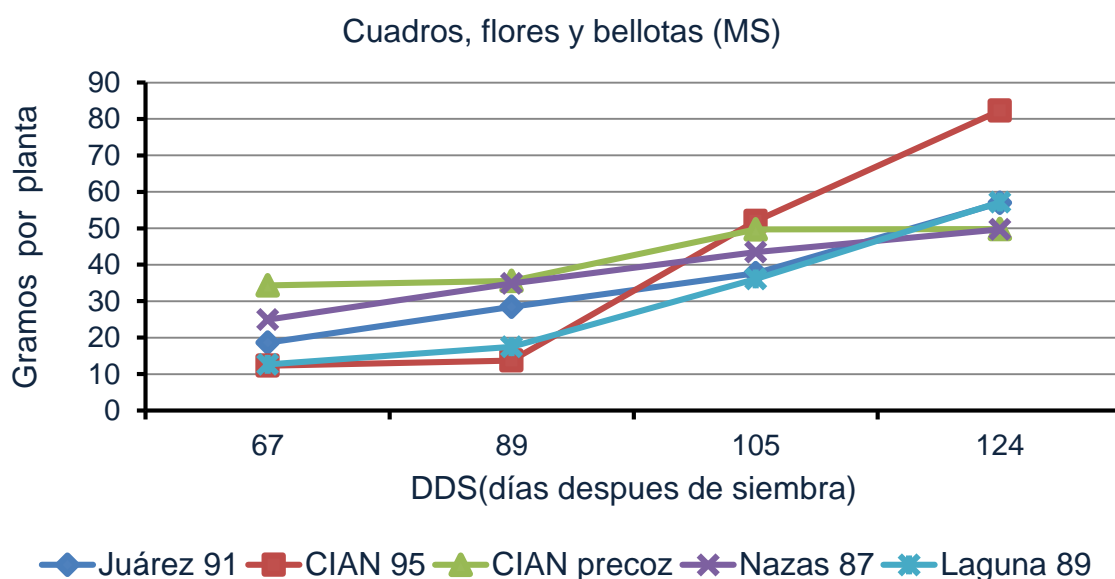


Figura 11. Producción de biomasa conformada por cuadros, flores y bellotas en cinco genotipos convencionales a lo largo del ciclo vegetativo y fructífero del algodnero.

V. CONCLUSIONES

Se encontró significancia estadística para la variable biomasa total acumulada, para el segundo y tercer muestreo realizados a los 105 y 124 dds, que coincide con la etapa fructífera de apertura de capullos y máxima etapa de apertura de capullos.

Al tomar en cuenta la biomasa total acumulada, que involucra a tallos más ramas, hojas, cuadros, flores y bellotas, se tiene como mejor expresión de productividad a las variedades Juárez 91, CIAN 95 y Nazas 87 con diferencias significativas en los análisis de varianza.

La variedad Nazas 87 mostró una mayor estabilidad en el comportamiento creciente de biomasa total acumulada, aunque para el último muestreo (124 dds), la variedad Juárez 91, generó una alta productividad en su producción de biomasa total acumulada.

Al analizar cada variable por separado, se tiene que la producción de tallos más ramas, presentó diferencias significativas en el segundo y cuarto muestreo (89 y 124 dds), donde la variedad Juárez 91 y Nazas 87 mostraron la mayor producción de ésta variable en el último muestreo.

La producción de materia seca de hojas, mostro diferencias significativas en el tercero y cuarto muestreo (105 y 124 dds), donde la variedad Nazas 87 y Juárez 91, ofrecieron la mayor producción de ésta variable en el último muestreo.

La producción de materia seca para cuadros, flores y bellotas, presentó diferencias significativas para el análisis de varianza, esto correspondió para el primero, tercero y cuarto muestreo (67,105 y 124 dds), donde la variedad CIAN 95 mostró el mejor comportamiento para tercero y último muestreo.

La falta de continuidad en la información generada para cada variedad, puede obedecer a que el tamaño de muestra de cuatro plantas cortadas por muestreo fue insuficiente, lo que generó además altos valores en el coeficiente de variación.

ANEXOS

Cuadro A1. Análisis de varianza del primer muestreo para las variables tallo más ramas, en cinco variedades convencionales de algodón.

Análisis de varianza de muestreo para la variable tallo + ramas					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	53.06494	13.26623	0.7058	0.602 n.s.
Error	15	281.93286	18.79552		
Total	19	334.99780			

C.V. = 30.91 %

Cuadro A2. Análisis de varianza para el primer muestreo, que corresponde a la variable hojas, en cinco variedades convencionales de algodón.

Análisis de varianza de muestreo para la variable hojas					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	419.56640	104.89160	1.4746	0.259 n.s.
Error	15	1066.97656	71.13176		
Total	19	1486.54296			

C.V. = 38.74 %

Cuadro A3. Análisis de varianza para el primer muestreo, que corresponde a la variable cuadros, flores y bellotas, en cinco variedades convencionales de algodón.

Análisis de varianza de muestreo para la variable cuadros, flores y bellotas					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	1266.57421	316.64355	4.1268	0.019 *
Error	15	1150.91601	76.72773		
Total	19	2417.49023			

C.V. = 40.27 %

Cuadro A4. Análisis de varianza para el segundo muestreo, de las variables tallos más ramas, en cinco variedades convencionales de algodón.

Análisis de varianza de muestreo 2.1 variable tallo + ramas					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	270.43945	67.60986	3.2380	0.042 *
Error	15	313.19873	20.87991		
Total	19	503.63818			

C.V. = 25.95 %

Cuadro A5. Análisis de varianza para el segundo muestreo, que corresponde a la variable hojas, en cinco variedades convencionales de algodón.

Análisis de varianza de muestreo 2.2 variable hojas					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	88.73242	22.18310	0.8558	0.514 n.s.
Error	15	388.82763	25.92184		
Total	19	477.56005			

C.V. = 26.35 %

Cuadro A6. Análisis de varianza para el segundo muestreo de la variable cuadros, flores y bellotas, en cinco variedades convencionales de algodón.

Análisis de varianza de muestreo 2.3 variable cuadros, flores y bellotas					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	824.62890	206.15722	0.7798	0.557 n.s.
Error	15	3965.74218	264.38281		
Total	19	4790.37109			

C.V. = 39.97 %

Cuadro A7. Análisis de varianza para el tercer muestreo y corresponde a la variable tallos más ramas, en cinco variedades convencionales de algodón.

Análisis de varianza de muestreo 3.1 variable tallo + ramas					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	357.75341	89.43835	2.1191	0.128 n.s.
Error	15	633.09668	42.20644		
Total	19	990.85009			

C.V. = 32.56 %

Cuadro A8. Análisis de varianza para el tercer muestreo y corresponde a la variable hojas, en cinco variedades convencionales de algodón.

Análisis de varianza de muestreo 3.2 variable hojas					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	412.39697	103.09924	3.0542	0.050 *
Error	15	506.34428	33.75628		
Total	19	918.74121			

C.V. = 31.18 %

Cuadro A9. Análisis de varianza para el tercer muestreo y corresponde a la variable cuadros, flores y bellotas, en cinco variedades convencionales de algodón.

Análisis de varianza de muestreo 3.3 variable cuadros, flores y bellotas					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	7160.44921	1790.11230	5.7604	0.005 *
Error	15	4661.43750	310.76251		
Total	19	11821.8861			

C.V. = 34.99 %

Cuadro A10. Análisis de varianza para el cuarto muestreo y corresponde a la variable tallos más ramas, en cinco variedades convencionales de algodón.

Análisis de varianza de muestreo 4.1 variable tallo + ramas					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	2653.33984	663.33496	7.6497	0.002 *
Error	15	1300.70507	86.71366		
Total	19	3954.04492			

C. V. = 33.69

Cuadro A11. Análisis de varianza para el cuarto muestreo y corresponde a la variable hojas, en cinco variedades convencionales de algodón.

Análisis de varianza de muestreo 4.2 variable hojas					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	2851.79101	712.94775	4.1961	0.018 *
Error	15	2548.63671	169.90911		
Total	19	5400.42773			

C.V. = 45.35 %

Cuadro A12. Análisis de varianza para el cuarto muestreo y corresponden a la variable cuadros, flores y bellotas, en cinco variedades convencionales de algodón.

Análisis de varianza de muestreo 4.2 variable cuadros, flores y bellotas					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	6747.92968	1686.98242	3.5399	0.031 *
Error	15	7148.44335	476.56289		
Total	19	13896.37304			

C.V. = 68.93 %

VII. BIBLIOGRAFIA

- Andrade, F., Cirilo, A., Uhart S. y Otegui M. 1996. Ecofisiología del cultivo del maíz. Unidad integrada FCA-INTA Balcarce. Dekalb Press. Editorial La Barrosa, Buenos Aires. 292 p.
- Andrade, F., Saldrás, V. 2000. Bases para el manejo de maíz, girasol y soya. Unidad integrada FCA-INTA Balcarce. Advanta Semillas. Editorial medica Panamericana S. A. 443 p.
- Brubaker, C.L. and Wendel, J.F. 1994. Reevaluation the origin of domesticated cotton (*Gossypium hirsutum*: Malvaceae) using nuclear restriction fragment length polymorfisms (RFLPs). *American Journal of Botany*. 81: 1309-1326.
- Díaz, C. L. 2002. Respuesta a la fertilización nitrogenada de nuevas variedades de algodón: Rendimiento, Componentes de rendimiento y calidad de fibra. Tesis Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, 56 p.
- Epstein, E. y A.J. Bloom. 2005. Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. p. 287-294.
- Gardner, B. R., Pearce, R. B. and Michell, R. L. 1985. Physiology of crops plants. Iowa State University Press, USA., p.164-169
- Malaguti G., F. Velásquez y L. Subero. 1973. Marchitez por Verticillium en algodón. *Agronomía tropical* 23 (1):65-70
- Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, Londres. 889 p.
- Maas E. V. 1984. Salt Tolerance of plants. En: The handbook of plant Science in Agriculture, (ed. RB Christie), CRC Press Boca Raton (Florida).
- Maas E. V. and Hoffman GJ, 1977. Crop salt tolerance: Current assessment. *J Irrig Drain E-ASCE* 103: 115-134
- Mohamad K., G. Kassman, J. M. Pohelman. 1982. Cotton cultivars response to plant population in a short-season narrow-row cultural system. *Agronomy Journal* 74:619-625.
- Montecinos, V. 2001. Influencia del hábito de crecimiento del boldo (*Peumus boldus* Mol.), sobre la producción de fitomasa foliar. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. p. 67-74.

- Newbould, P. 1967. Methods for estimating the primary production of forest. IBP. Hanbook N°2. Blackwell Scientific Publications. Oxford. P. 38-47
- Palomo-Rodríguez M. 2011. Experiencias sobre el desarrollo y cultivo del algodón en América Latina, con énfasis en la tecnología de producción exitosa que se tiene en México. Expo-MAG. Instalaciones del Ministerio de Agricultura y Ganadería de San Lorenzo, Paraguay. 32 pág.
- Palomo-Rodríguez M., M. Rivera G., G. Martínez R., R. Faz C., y J. Espinoza A. 2013. Uso de aguas salinas y frecuencias de aplicación asociado a la salinización de suelos y producción de algodón. Revista Agrofaz 3 (13):119-124
- Palomo-Rodríguez M. 2014. Tecnologías integradas para la erradicación de picudo del algodón en la Comarca Lagunera de México. Intercambio de experiencias sobre algodón México-Paraguay. Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria, Centro de Investigación Hernando Bertoni, Caacupé, Paraguay. 27 pág.
- Palomo-Rodríguez, 2015. Regeneración de accesiones de algodón recolectadas en los estados de Baja California Sur, Sonora y Sinaloa. Informe técnico final. INIFAP-SINAREFI, México.
- Pardo-Camacho I. 2006. Producción y distribución de biomasa y rendimiento del algodón en surcos ultra-estrechos. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón Coahuila., 39 p.
- Pedrasa, M. 1989 Producción de biomasa y circulación de nutrientes en un rodal de *Nothofagus alessandrii* Espinoza (Ruil) en la zona de constitución. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. P. 96-101.
- Pereyra T. W., H. R. Pagliaricci., A. E. Ohanian y M. J. Bonvillani. 2013. Producción de biomasa aérea y uso equivalente de la tierra en intercultivos de alfalfa (*Medicago sativa* L.). Pastos y forrajes 36(2):177-183
- Ramírez-Seañez A., G. Contreras M., A. Palomo-Gil, V. Álvarez R., S. Rodríguez H., y M. García C. 2012. Producción de biomasa de algodón en surcos ultra-estrechos y densidad poblacional. Agronomía mesoamericana 23(2):259-267
- Robles-Sánchez R. 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Primera edición. Editorial Limusa. México D. F. pp. 170-176.
- Trolinder, N. L. 1995. How to genetically engineer cotton. *In*: Beltwide Cotton Production Research Conferences. San Antonio Texas, p. 165-167

Unruh B.L., and J.C. Silverthooth. 1996. Comparison between an upland and a Pima cotton cultivar: I. Growth and yield. *Agron. J.* 88:583-589.

Villar, P.A.G. 1996. Conceptos básicos de ecofisiología de cultivo. EEA INTA Oliveros-Santa Fe Argentina.

Wild, A. 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russel. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. p. 745-753.