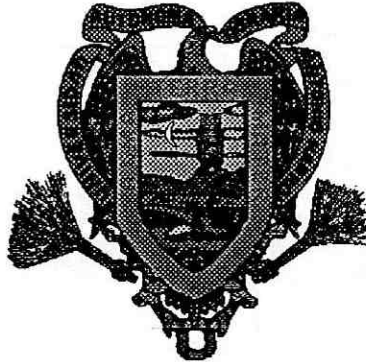


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS



**EFFECTO DEL NUMERO DE RIEGOS Y LA DENSIDAD POBLACIONAL EN EL
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA FIBRA DEL ALGODÓN: VARIEDAD CIAN
PRECOZ 2**

(*Gossypium hirsutum* L.)

POR

GALILEO MEDRANO CONTRERAS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

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

COORDINACIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS

**EFFECTO DEL NUMERO DE RIEGOS Y DE LA DENSIDAD POBLACIONAL EN EL
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA FIBRA DEL ALGODÓN: CIAN PRECOZ 2.
(Gossypium hirsutum L.)**

TESIS PRESENTADA POR

GALILEO MEDRANO CONTRERAS

**Elaborado bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito
parcial para obtener el titulo de:**

INGENIERO AGRONOMO

COMITÉ PARTICULAR

Asesor:



Ph.D. Arturo Palomo Gil.

Asesor:



M.C. Arturo Gaytán Mascorro.

Asesor:



Ph.D. Salvador Godoy Avila


EFFECTO DEL NUMERO DE RIEGOS Y DE LA DENSIDAD POBLACIONAL EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA FIBRA DEL ALGODÓN: VARIEDAD CIAN PRECOZ 2

TESIS PRESENTADA POR


GALILEO MEDRANO CONTRERAS

Elaborado bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO

Presidente: 
Ph.D. ARTURO PALOMO GIL

Vocal: 
MC. ARTURO GAYTAN MASCORRO

Vocal: 
Ph.D. SALVADOR GODOY AVILA

Vocal suplente: 
MC. ARMANDO ESPINOZA BANDA

Coordinador de la División de Carreras Agronómicas:

ING. ROLANDO LOZA



COORDINACION DE LA DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS UAAAN UL

CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
INDICE DE CUADROS	III
RESUMEN	IV
I.- INTRODUCCION	1
1.1.- Objetivos	3
1.2.- Hipótesis	3
II.- REVISION DE LITERATURA	4
2.1.- Generalidades del cultivo	4
2.2.- Origen del algodón	5
2.3.- Clasificación taxonómica	8
2.4.- Morfología de la planta	9
2.5.- Importancia del Agua de Riego	12
2.6.- Respuesta a los Riegos de Auxilio y a las Densidades Poblacionales	13
III.- MATERIALES Y METODOS	16
3.1.- Localización Geográfica de la Comarca Lagunera	16
3.2.- Aspectos Climáticos de la Comarca Lagunera	16
3.2.1.- Clima	16
3.2.2.- Temperatura	17
3.2.3.- Precipitación	17
3.3.- Origen de los Suelos de la Comarca Lagunera	17
3.4.- Caracterización Fisico-química del suelo	18
3.5.- Materiales	19
3.6.- Actividades de Campo	21
3.6.1.- Preparación del terreno	21
3.6.2.- Siembra y fertilización	21
3.6.3.- Riegos	21
3.6.4.- Control fitosanitario	21
3.6.5.- Control de maleza	22
3.7.- Variables Evaluadas	22

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION	24
4.1.- Rendimiento	24
4.1.1.- Precocidad	25
4.1.2.- Altura de planta	26
4.1.3.- Componentes de Rendimiento	26
4.1.4.- Calidad de Fibra	27
V.- CONCLUSIONES	29
VI.- BIBLIOGRAFIA	30
VII.- APENDICE	34

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

José Medrano y M. Engracia C. Por darme la vida y por el apoyo para seguir adelante en mis estudios.

A MIS HERMANOS:

Rosalba, Sonia, Carlos, Maribel, Martina y José Noé con todo cariño para ellos.

A MI ABUELITA:

Alberta Ramírez con todo cariño para ella.

A MIS SOBRINOS:

Dania, Yulma y Osiris.

AGRADECIMIENTOS

A MI ALMA TERRA MATER:

Por la formación adquirida como profesional, durante los nueve semestres, por lo cual estoy muy agradecido.

Al Ph. D. Arturo Palomo Gil, por sus útiles sugerencias y constante asesoramiento durante la elaboración y revisión de este trabajo, sobre todo por la paciencia y dedicación mostrada. Mi más sincero agradecimiento.

Al Ing. Arturo Gaytán Mascorro, por su orientación, asesoramiento y las amplias facilidades otorgadas para la realización de esta tesis.

Al Ing José Simón Carrillo Amaya, por su amistad y por sus consejos, sugerencias y por su enseñanza que me ayudo a formarme profesionalmente.

Al Campo Experimental de la Laguna (CELALA). Así como al personal, especialmente a Chuy y a Jorge, por la amistad y apoyo en la toma de datos y trabajos realizados durante la conducción del experimento.

A mis compañeros de grupo por su amistad durante la carrera, con quienes tuve buenas y malas experiencias, especialmente a Pedro y Pascual y, a la secretaria Rosalba del departamento de fitotecnia por apoyarme siempre de una u otra manera en trabajos etc.

A mis maestros que proporcionaron lo mejor de sus conocimientos y experiencias, para mejorar profesionalmente.

Este trabajo forma parte del proyecto SIREYES/19980601001 "Generación de tecnología para incrementar la productividad del cultivo del algodón con variedades precoces", financiado por el Sistema de investigación Alfonso Reyes – CONACYT, el Campo Experimental Laguna – INIFAP, las fundaciones Produce de Coahuila y Durango, y la UAAAN – UL.

INDICE DE CUADROS

Número de Cuadro	Paginas
1.- Características físicas y valores de fertilidad-----	18
2.- Valores salino-sódicos del suelo-----	18
3.- Rendimiento y precocidad del algodón con diferente número de riegos de auxilio-----	25
4.- Rendimiento y precocidad de algodón en cuatro densidades poblacionales-----	26
5.- Componentes de rendimiento y calidad de fibra del algodón en diferente número de riegos de auxilio-----	27
6.- Componentes de rendimiento en cuatro densidades poblacionales--	28
7.- Producción de algodón en México. 1999-2000-----	34
8.- Desarrollo histórico del comportamiento en la producción de algodón en la región Lagunera-----	34
9.- Producción y consumo del algodón. 1999-----	35

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue el de conocer el mejor número de riegos de auxilio y densidad poblacional óptima para la variedad CIAN precoz 2, ya que el factor agua es el más escaso actualmente en esta región, (Comarca Lagunera). La siembra se realizó el 21 de abril de 1999 en el CELALA. Se estudiaron tres calendarios de riegos: Dos, tres y cuatro riegos de auxilio aplicándose, en cada caso, el último riego a los 77, 98 y 118 días después de la siembra, respectivamente. Las densidades poblacionales estudiadas fueron 70,000, 85,000, 100,000 y 115,000 plantas/ha. Los tratamientos se distribuyeron en un arreglo de parcelas divididas con la parcela mayor en diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se fertilizó al momento de la siembra con la fórmula 120-40-00. Se evaluó el rendimiento de algodón hueso y pluma en kg/ha, la precocidad, en base al rendimiento que se obtuvo en la primera pizca, y en componentes del rendimiento se evaluó el peso del capullo, el porcentaje de fibra y el índice de semilla. Se obtuvieron los mismos rendimientos con tres y cuatro riegos de auxilio. Con dos riegos la producción se redujo notablemente. La densidad de plantas no afectó el rendimiento aunque existe la tendencia a que se obtengan rendimientos más altos con densidades de 85,000 a 115,000 plantas/ha. La aplicación de dos riegos de auxilio redujo el porcentaje de fibra y el grosor de la fibra, la densidad de plantas no afectó la precocidad ni los valores de los componentes de rendimiento o de la calidad de la fibra.

I. INTRODUCCION

El cultivo de Algodón se encuentra distribuido en 70 naciones del mundo, con una superficie de 32.4 millones de hectáreas, extendiéndose hacia el norte hasta los 47° de latitud en Ucrania y 37° de latitud en los Estados Unidos; y hacia el sur hasta los 32° de latitud sur en América del Sur y Australia. La producción mundial de período 1987-1993 promedió 84.3 millones de pacas (218 Kg/paca). El 80% de esta producción provino de cinco países; China Continental, Estados Unidos, Rusia, India y Pakistán. México contribuyó con el 1% de la producción mundial, con una producción de 0.8 millones de pacas. En México las áreas agrícolas que cuentan con mayor superficie destinada al cultivo del algodón son: Sonora, Baja California, Chihuahua, La Laguna, Sinaloa y Tamaulipas (Apéndice, Cuadro 7). En la Comarca Lagunera la superficie total sembrada en 1990 fue de 52,260 hectáreas, la cual se ha reducido actualmente a 19,000 ha.

La mayoría de las variedades de algodón cultivadas en México provienen de los Estados Unidos. Generalmente estas variedades son altas, frondosas y de ciclo largo (165-170 días), por lo que requieren de grandes cantidades de agua, fertilizantes y un alto número de aplicaciones de insecticidas para el combate de plagas que afectan al cultivo (Palomo, 1999). Ver apéndice sobre el desarrollo histórico del comportamiento del algodón en la región Lagunera (Cuadro 8).

Por lo anterior, y por la carencia de variedades mexicanas de algodón, el INIFAP estableció el programa de mejoramiento genético del cultivo con enfoque hacia la formación de variedades más precoces y de menor desarrollo vegetativo que las variedades extranjeras. Con este tipo de variedades se espera, entre otras cosas, eficientar el uso del agua, y reducir el número de aplicaciones de insecticidas lo que finalmente se reflejará en una reducción en los costos de producción.

Como resultado de este proyecto se han liberado cinco variedades precoces y de menor estructura vegetativa que las variedades extranjeras. Una de dichas variedades es la CIAN precoz 2. Dadas las características de las nuevas variedades, es posible que requieran de una nueva tecnología de producción o de adecuaciones a la actualmente recomendada, para que muestren su máximo potencial productivo.

1.1. Objetivo

El objetivo del presente trabajo es determinar el mejor número de riegos de auxilio y la mejor densidad poblacional para la obtención de rendimientos óptimos en la nueva variedad de algodón CIAN precoz 2.

1.2. Hipótesis

Ho = La variedad CIAN Precoz 2 en cuanto a rendimiento se comporta igual con dos, tres y cuatro riegos de auxilio.

Ha = Si hay diferencia en rendimiento con diferentes riegos de auxilio.

Ho = La variedad CIAN Precoz 2 no responde a los aumentos en densidad poblacional.

Ha = Si hay diferencia en cuanto a rendimiento a diferentes densidades poblacionales.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo

El algodón es una planta malvácea, cuyo fruto produce fibras que se emplean en la industria textil, es de clima caliente y las especies no toleran las bajas temperaturas; aún así, su cultivo no se limita a los trópicos, ya que se han desarrollado variedades adaptadas a regiones donde el período de heladas es menor a los 180 días. “Karpasa-i” de origen sanscrito, fue la primera palabra que se usó para designar al algodón. La palabra algodón es un término agrícola más que botánico, que se utilizó para describir a las especies cultivadas del género *Gossypium*. Su actual nombre, significaba sólo un tejido fino incluyendo al lino. (Brown y Ware, 1961). El conocimiento y uso de la fibra del algodón se extendió de la India a Arabia (Hutchinson, 1959), donde tuvo su primer uso para cubrir heridas y como relleno de forros, utilizando el diploide ($2n=2x=26$) de las especies *G. arboreum* y *herbaceum*. (Fryxell, 1965). Después se extendió a Grecia en el año 350 A. C., más tarde los introdujeron al norte de Africa, España y Europa. (Crawford, 1948).

En América (Nuevo Mundo) se desarrolló una tecnología textil del algodón sin relación a la del viejo mundo, donde se utilizó el alotetraploide ($2n=4x=52$) de las especies *Gossypium hirsutum* L. y *Gossypium barbadense* L. *Gossypium hirsutum* es originaria de México y Guatemala, en donde los Mayas (2000 A. C.-1519 D. C.) cultivaron el algodón y desarrollaron la industria textil, tal y como lo hicieron posteriormente los Aztecas (2000 A. C.-1519), los cuales obtenían la

fibra de las tribus subyugadas que cultivaban el algodón, en la zona costera, y sus predecesores los toltecas. *Gossypium barbadense*, tiene su centro de origen en el Perú (Stephens y Moseey, 1974), de donde se cree, que fueron los primeros en América, en utilizar el algodón y de ahí se diseminó hacia el norte y oeste.

2.2. Origen del algodón

Palomo (1996) reportó la existencia de 50 especies del género *Gossypium*, las cuales se encuentran distribuidas en cuatro continentes: Asia, Africa, Australia y América. Solo cuatro de ellas están bajo cultivo, dos diploides (*G. arboreum* y *G. herbaceum*) y dos alotetraploides (*G. hirsutum* y *G. barbadense*). Del total de las especies identificadas, 16 se localizan en Australia y 13 en México, donde habitan 11 especies silvestres diploides y dos alotetraploides (*G. hirsutum* y *G. lanceolatum*). La especie cultivada más importante es *Gossypium hirsutum* originaria de México, por que aportan sus variedades derivadas el 91% de la producción mundial de la fibra.

El género *Gossypium* se divide en ocho grupos genómicos; siete diploides, (el "A" con dos especies, el "B" con seis especies, el "C" con 16 especies, el "D" con trece especies, el "E" con cuatro especies, el "F" una especie, el "G" una especie) y un alotetraploide, el cual combina dos genomios ("A" y "D") con dos especies cultivadas, estos muestran separación citogenética y distribución geográfica distintiva(Endizzi et al., 1984; Percival y Kohel, 1990).

La especie del género *Gossypium* cuenta con dos subgéneros; *Houzingenia* y *Karpas*. El subgénero "Karpas" contiene dos especies (*G. lanceolatum* y *G. hirsutum*) derivándose de esta última la mayoría de las variedades de algodón cultivadas en el mundo (Frixell, 1984).

Frixell(1984) menciona que la especie *hirsutum* se encuentra en los estados del sur y sureste de México, y que sus hojas son de tres a cuatro lóbulos ovalados o triangulados. La flor es de color crema o ligeramente amarilla con, o sin, mancha rojiza en el centro. Las cápsulas son de forma ovalada o semiredonda y contiene de tres a cinco lóculos. Cada lóculo contiene varias semillas cubiertas con una fibra larga de color blanco o café oscuro. Esta especie tiene seis razas de algodón que fueron reportadas por Hutchinson (1959) quien estudió la variabilidad existente de esta especie e identificó seis razas geográficas; *latifolium*, *morrilli*, *palmeri*, *richmondi*, *yucatanense* y *punctatum*, todas ellas de día corto.

Al *G. h. punctatum*, se le encuentra en los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo. Tiene bellotas de redondas a ovals y de diferente tamaño. Posee fibra larga, de color café ó blanco. La longitud de la fibra varía de los 24 mm a los 29.2 mm.

El *G. h. Palmeri* se localiza en Oaxaca, Guerrero y Michoacán. Tiene hojas con lóbulos muy hendidos, largos y delgados, se le conoce comúnmente como hoja superokra o mano de chango. Su bellota es pequeña y de forma oval o redonda. La fibra es de color blanco y su longitud varía de los 7 a los 25.9 mm.

La *G. h. richmondi*, es originaria de Oaxaca y generalmente es de bellota pequeña. Su fibra es corta, fina y de color blanco. La longitud de la fibra oscila entre los 10 y los 26.7 mm.

La *G. h. morrilli*, se le encuentra en Oaxaca, Puebla y Morelos. Posee bellotas de tamaño mediano a muy pequeño. Es de fibra corta, la longitud máxima de su fibra es de 25 mm, de color que varía del café al blanco.

La *G. h. yucatanense*, originaria de la Costa del norte de Yucatán, es una planta rastrera con flor de color amarillo y fibra de color café.

La *G. h. latifolium*, originaria del estado de Chiapas, presenta la mayor variabilidad. Las bellotas son de tamaño mediano a grande y de forma oval o redonda. La fibra es de color blanco o café,. Con una longitud que oscila entre los 21.3 y los 28.7 mm.

2.3. Clasificación taxonómica (Robles, 1980)

<i>Reino</i>	<i>Vegetal</i>
<i>División</i>	<i>Tracheophyta</i>
<i>Subdivisión</i>	<i>Pteropsidae</i>
<i>Clase</i>	<i>Angiospermae</i>
<i>Subclase</i>	<i>Dicotyledoneae</i>
<i>Orden</i>	<i>Malvales</i>
<i>Familia</i>	<i>Malvaceae</i>
<i>Tribu</i>	<i>Hibisceae</i>
<i>Género</i>	<i>Gossypium</i>
<i>Especie</i>	<i>hirsutum (cultivado)</i>
<i>Especie</i>	<i>barbadense (cultivado)</i>

Tharp (1965) señala que el algodón es un ejemplo notable de la adaptación de las plantas mediante la reproducción y selección, lo que permite que en la actualidad sea ampliamente cultivado en condiciones semiáridas y húmedas, como una planta anual herbácea.

Lagière (1969), menciona que la morfología o estructura fundamental del algodón, es relativamente simple. De todos modos, varía ampliamente según la especie y bajo la influencia del ambiente, de las condiciones del cultivo y del desarrollo de la selección. De esta manera dividió en cinco partes diferentes al algodón las cuales son:

1.- Fase de nacencia: de la germinación al despliegue de los cotiledones.

Duración 6-10 a 30 días.

2.- Fase de "plantula" o embrión: desde el despliegue de los cotiledones al estadio de 3-4 hojas. Duración 20-25 a 35 días.

3.- Fase de prefloración: del estadio de 3-4 hojas al comienzo de la floración.

Duración 30-35 días.

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

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

2.4. Morfología de la planta según Lagiére (1969)

Forma

La planta de algodón, tiene su tallo principal erguido y su crecimiento es terminal y continuo (monopódico), las ramas secundarias y después las siguientes se desarrollan de manera continua (monopódica), 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 pivotante, con raíces secundarias a lo largo de la principal, 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 el suelo varía de 50 a 100 centímetros y bajo condiciones muy favorables alcanza hasta más de 2 metros.

Tallo

El tallo principal es erecto, con crecimiento monopodial, integrado por nudos y entrenudos. De un nudo se desarrolla una hoja y en la base del peciolo emergen dos yemas, una que es la vegetativa, y la otra que es la fructífera. La corteza es moderadamente gruesa, dura y encierra a las fibras liberianas con la cara externa más o menos suberificada. Los tallos son de color amarillento, sobre las partes viejas, verdosas y rojizas sobre las partes jóvenes.

Ramas vegetativas

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

Ramas fructíferas

Se producen a partir del quinto al sexto nudo del eje principal, tomando como nudo cero el de los cotiledones. Su crecimiento simpódico les hace adquirir la forma típica de zig-zag. 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 del tallo principal.

Hojas

Las hojas nacen sobre el tallo principal y siguen un espiral regular, la filotaxia de los algodones Upland es de $3/8$ de vuelta entre dos hojas sucesivas o sea que para ir de una hoja a la siguiente sobre la misma vertical se encuentran ocho hojas y se dan tres vueltas en el espiral. Las hojas de las variedades cultivadas generalmente tienen de tres a cinco lóbulos, pueden ser de color verde oscuro o rojizo, tiene tres o cinco nervaduras con nectáreos en envés, que excretan un fluido dulce.

Flores

En una rama fructífera se encuentran de seis a ocho brotes florales. Aparecen primeramente bajo la forma de pequeñas estructuras verdes, compuestas de tres brácteas que recubren y encierran estrechamente a la futura flor o yema floral, se disponen en forma piramidal y se les designa comúnmente como "cuadros o papalotes".

La flor ya abierta está constituida por el involucro comprendiendo tres brácteas dentadas, verdes, el cáliz que son cinco sépalos soldados entre sí, la corola de cinco pétalos de color blanco cremoso o amarillo, el androceo con un mínimo de diez hileras de estambres, el polen es amarillo esférico, el gineceo con un ovario de dos a seis carpelos y un estigma de dos a seis lóbulos soldados.

Fruto

Es una cápsula esférica u ovoide. Al tiempo de la maduración, se abre por las suturas de los carpelos y de cada una de las celdas emerge una borra blanca de algodón.

Semilla

En cada celda hay un promedio de seis a nueve semillas ovales, más o menos puntiagudas, de seis a doce milímetros de largo y de cuatro a seis milímetros de ancho. Su epidermis produce fibras largas gruesas, blancas o cremas. La semilla es dicotiledonea, contiene alrededor de 20% de aceite que se extrae industrialmente para el consumo humano.

2.5. Importancia del Agua de Riego

La principal fuente de abastecimiento de que dispone la Comarca Lagunera, es la del Río Nazas, controlada por las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco. Otra fuente de abastecimiento es el agua subterránea, la cual esta muy restringida, ya que se extrae a más de 150 m de profundidad, y está en peligro de agotarse. Es por eso que es tan importante hacer un eficiente uso del agua, ya que cada año se han ido reduciendo poco a poco las áreas de riego. Entre otras cosas, se sugiere también, escoger variedades precoces con mayor potencial de rendimiento, adaptabilidad a su tipo de suelo y condiciones de manejo, tolerancia a condiciones adversas, resistencia a ciertas plagas, para así obtener una fibra con características deseables para la industria textil.

En menos de 10 años México ha pasado de gran exportador de algodón a gran importador. En números redondos, las estadísticas indican que en siete años el consumo ha crecido a un ritmo del 20% anual hasta ubicarse en 385 mil toneladas (Anuario de algodón. Verano 1999), lo malo es que este gran incremento ha multiplicado las importaciones mientras la producción ha descendido un 47% (ver apéndice cuadro 9).

2.6. Respuesta a los Riegos de Auxilio y a las Densidades Poblacionales

2.6.1. Rendimiento

Palomo et al. (1998). Definieron que con 3 y 4 riegos de auxilio se obtienen los mejores rendimientos de algodón pluma y éstos con un 58% y un 52% superior al que se obtiene con 2 riegos de auxilio, utilizando la variedad Laguna 89. En cuanto a densidad de población, los mejores rendimientos se han obtenido utilizando las variedades precoces CIAN Precoz, CIAN Precoz 2 las cuales responden a los aumentos en densidad poblacional, sin existir interacción variedad por densidad.

2.6.2. Precocidad

La precocidad es una característica fisiológica de herencia cuantitativa, que se distingue por una mayor velocidad en los procesos metabólicos de las plantas y origina una pronta y corta fase de fructificación y maduración de las bellotas (Brown, 1958).

Quisenberry y Roarck en 1976, reportaron que los genotipos precoces son más eficientes en el uso del agua en ausencia de deficiencias de humedad y, que los genotipos tardíos soportan mejor las deficiencias de humedad que los precoces y, que en surcos estrechos todos ellos extraen la misma cantidad de agua, pero los genotipos precoces rinden más (Wendt y Ray, 1971).

El efecto de la densidad poblacional sobre la precocidad del cultivo es contradictorio, ya que mientras Mohamad et, al.(1982) señalan que los incrementos en la densidad de plantas alargan el ciclo del cultivo, Smith et, al. (1982) indican lo contrario, que las bajas densidades son las responsables del retraso en la maduración de los frutos. Kerby et, al.(1990) encontraron que el aumento en densidad poblacional retrasa la maduración en genotipos de crecimiento indeterminado (tardíos), más no en genotipos de bajo porte y de crecimiento determinado (precoces), lo que en parte explica la divergencia anterior.

2.6.3. Componentes de Rendimiento

Palomo et, al. (1998) dicen que con la aplicación de dos riegos de auxilio se tienen pérdidas hasta del 40% en la producción, y que se reduce el peso del capullo, el porcentaje de fibra y el peso de la semilla y que las altas densidades no afectan a los componentes de rendimiento.

2.6.4. Calidad de Fibra

Palomo et al. (1998), encontraron que el número de riegos de auxilio, y la lámina de agua aplicada, no afectan la longitud ni la resistencia de la fibra, pero si la finura, ya que el tratamiento que recibió dos riegos de auxilio produjo fibra más fina e inmadura a consecuencia de la falta de humedad durante la fase de engrosamiento de la misma y, que la resistencia de la fibra tiende a decrecer a medida que se incrementa la densidad de plantas.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización Geográfica de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera la conforman los municipios de Torreón, Matamoros, Francisco I. Madero, San Pedro y Viesca en el estado de Coahuila; y los Municipios de Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo, Mapimí, Nazas, Rodeo y San Pedro del Gallo, San Luis del Cordero, Simón Bolívar y San Juan de Guadalupe en el estado de Durango. Esta se encuentra ubicada en los paralelos 24°05´ y 25°45´ de latitud Norte y los meridianos 101°40´ y 104°45´ de longitud Oeste de Greenwich, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas y urbanas.

Al Norte colinda con el Estado de Chihuahua y con los municipios de Sierra Mojada y Cuatrociénegas en Coahuila, al Este, con los municipios de Guadalupe Victoria, Durango y al Oeste, con los municipios de Hidalgo, Indé, Coneto de Comonfort y San Juan del Río, Durango, (Aguirre ,1981).

3.2. Aspectos Climáticos de la Comarca Lagunera

3.2.1. Clima

El clima de la Comarca Lagunera, según la clasificación de Koppen; es árido, muy seco (estepario-desértico), es cálido tanto en primavera como en verano, con invierno fresco.

3.2.2. Temperatura

En la Comarca Lagunera se diferencian dos épocas: la primera de Abril a Octubre, donde la temperatura media mensual excede de 20°C, y la segunda etapa de Noviembre a Marzo, donde la temperatura media mensual oscila entre 13.8° y 19.6°C.

3.2.3. Precipitación

La precipitación pluvial es escasa, siendo de 230 mm anuales. El período máximo de precipitación queda comprendido entre los meses de agosto y septiembre, por lo que generalmente es nulo en la mayor época de demanda de agua (García, 1973).

3.3. Origen de los Suelos de la Comarca Lagunera

Un estudio agrológico de la Comarca Lagunera, realizado por el Ingeniero Geólogo H. Allera, describe el origen de los suelos de la Laguna de la siguiente manera: En épocas remotas, la Comarca Lagunera, estaba cubierta de mares que en el transcurso del tiempo se desecaron iniciándose el relleno de estas oquedades en la última etapa del período terciario, prolongándose después de este período por un millón de años, terminando el relleno los acarrees sucesivos de los ríos que nivelaron las acumulaciones sedimentarias dando origen a casi la totalidad de los suelos regionales (Ramírez, 1976).

3.4. Caracterización Físico-químicas del suelo

Los análisis físico-químico que se llevaron a cabo en el sitio experimental, muestran que el suelo es arcilloso con alta capacidad de retención de agua, y pobre en materia orgánica, con valores de 0.77 por ciento, y con un buen nivel de fósforo. Cuadro 1.

Cuadro 1. Características físicas y valores de fertilidad.

Profundidad. (cm).	Arena. %	Limo %	Arcilla %	M. O %	Textura	Fósforo Ppm.
30-60	33.84	27.28	48.52	0.77	Arcillosa	29.08

En el Cuadro 2, se observan los datos de salinidad considerados de mayor importancia en cuanto a características salino-sódicas del suelo, el que tiene un pH de 8.2 lo cual indica que es fuertemente alcalino, característico de la región. En cuanto a salinidad del suelo, las lecturas de conductividad eléctrica indican que el suelo se encuentra sin problemas de salinidad, así como libre de sodios.

Cuadro 2. Valores salino-sódicos del suelo.

C. E. Mmhos	pH	Ca Mg Meq/l	Na Meq/l	Psi	Ca Co3 %
0.85	8.2	1.46	5.74	5.69	9.18

3.5 Materiales

El estudio se estableció el 21 de abril de 1999 en el Campo Experimental de la Laguna (CIAN) de Matamoros, Coah. Se evaluó la respuesta de la variedad CIAN precoz 2 al número de riegos de auxilio (dos, tres y cuatro; aplicándose una lámina total de 44, 56, y 68 cm, respectivamente) y a la densidad poblacional (70,000, 85,000, 100,000 y 115,000 plantas/ha). En el tratamiento que recibió cuatro riegos de auxilio estos se aplicaron a los 57, 77, 98 y 118 días después de la siembra (dds). En el de tres riegos el último se aplicó a los 98 dds y en el de dos, el segundo y último riego se aplicó a los 78 dds. Para obtener las densidades señaladas se dio una distancia entre plantas de 20, 16, 14 y 12 cm., respectivamente. Los tratamientos se distribuyeron en un arreglo de parcelas divididas con parcela mayor en bloques completos al azar y cuatro repeticiones. En la parcela mayor se localizaron los riegos de auxilio y, en la parcela menor las densidades poblacionales. La parcela menor consistió de seis surcos de ocho metros de largo y la útil, para medir rendimiento, de los dos surcos centrales de seis metros de largo.

Distribución de los tratamientos:

2, 3 y 4 = Número de riegos de auxilio

12, 14, 16 y 20 = Distancia entre plantas cm(11.5, 10, 8.5 y 7 plantas/m² respectivamente).

4		3		2							
16	1	20	2	12	3	16	4	12	5	20	6
14	12	12	11	14	10	20	9	16	8	14	7

3		2		4							
14	13	20	14	16	15	20	16	12	17	16	18
12	24	16	23	12	22	14	21	14	20	14	19

2		4		3							
14	25	20	26	12	27	16	28	16	29	12	30
12	36	16	35	14	34	20	33	14	32	14	31

3		2		4							
12	37	16	38	14	39	16	40	12	41	20	42
14	48	20	47	12	46	20	45	14	44	16	43

3.6. Actividades de campo

3.6.1. Preparación del terreno.

La preparación del terreno consistió en un barbecho, rastreo en seco, escrepa, marcado de bordos con vertedera y levantamiento de bordos con bordeadora.

3.6.2. Siembra y fertilización.

La siembra se realizó en cama melonera de 1.40 metros de ancho y a una distancia de 0.70 metros entre surcos. Se fertilizó al momento de la siembra con la fórmula 120-40-00, utilizando como fuente de nitrógeno la Urea 46-00-00, y como fuente de fósforo el 00-46-00.

3.6.3. Riegos

En el riego de presembrado se aplicó una lámina de 20 cm y, en los riegos de auxilio una lámina de 12 cm.

3.6.4. Control fitosanitario.

Se realizaron tres aplicaciones de insecticida. En la primera aplicación de insecticida se utilizó el Hostathion con una dosis de 1.5 lt/ha contra gusano rosado y conchuela (5-Julio-99). La segunda aplicación se efectuó con Rescate 250 g/ha + 1.5 lts/ha de azodrin (20-Julio-99), y en la última aplicación se utilizó Rescate en dosis de 350 g/ha + 1 litro de azodrin (27-Julio-99), ambas

aplicaciones se realizaron para el control de mosca blanca y chinche. (200 litros de agua).

3.6.5. Control de maleza.

El control de maleza se llevó acabo manual, mecánica y químicamente. El primer control se realizó con azadón (12-Mayo-99). El segundo con la aplicación de herbicida Fusilade a dosis de 2 lts/ha, + adherente INEX (40 ml en 20 lts de agua) contra zacate, aplicándose con mochila. El tercer control se llevó acabo en el agua de riego, mezclándose Prowl + Cotoran en dosis de 1.5 lts/ha + 1.5 lts/ha, para el control tanto de maleza de hoja ancha como de angosta.

3.7. Variables evaluadas:

- 1). Rendimiento de algodón en hueso y pluma.
- 2). Precocidad en base a:
 - a).- Rendimiento de algodón hueso a primera pizca.
 - b).- El porcentaje que representa este rendimiento con respecto al total cosechado.
 - c).- La aparición de las primeras flores.
 - d).- La aparición de los primeros capullos.
- 3). Se evaluó la altura final de cinco plantas por parcela.
- 4). Componentes de rendimiento en base a:
 - a).- Peso del capullo.

b).- Porcentaje de fibra.

c).- Índice de semilla (peso de 100 semillas).

5).- Calidad de fibra:

a).- Longitud de fibra (se midió en pulgada y en mm).

b).- Resistencia (se midió en miles de libras por pulgada cuadrada).

c).- Finura (se midió en índices de micronaire).

Para la determinación de los componentes de rendimiento y de la calidad de fibra, se tomó una muestra aleatoria de 20 capullos por parcela. Y en la comparación de medias se utilizó la DMS al 0.05.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Rendimiento

El análisis de varianza para rendimiento mostró diferencias significativas entre número de riegos de auxilio, más no entre densidades poblacionales, ni para la interacción riegos x densidades. Con tres y cuatro riegos se obtuvieron los rendimientos más altos, y similares, de algodón hueso y pluma. La aplicación de sólo dos riegos de auxilio disminuyó la producción en un 25% (Cuadro 3). Lo anterior sugiere que la planta no responde a la aplicación de más de tres riegos de auxilio y que la densidad de plantas no constituye una alternativa para incrementar la eficiencia en el uso del agua, sin embargo, es necesario continuar con las investigaciones para confirmar o rechazar lo encontrado en este estudio.

A pesar de que no se detectó efecto de la densidad de plantas, en el Cuadro 4 puede observarse que las poblaciones de 85,000 a 115,000 plantas/ha tienden a producir más que la población más baja (70,000 plantas/ha) sin embargo, la continuación de este estudio permitirá derivar conclusiones definitivas. La ausencia de interacción implica que los efectos del número de riegos y de densidad poblacional son independientes.

4.1.1. Precocidad

El número de riegos y la densidad de plantas no afectaron el inicio de floración ni la apertura de los capullos, así como tampoco afectaron el porcentaje

de algodón cosechado a primera pizca la cual se retrasó, ya que en ella se levantó el 90% del total de la producción. En rendimiento de algodón hueso a primera pizca, los tratamientos que recibieron tres y cuatro riegos de auxilio mostraron mayor precocidad que el tratamiento que recibió dos riegos de auxilio. Estos resultados difieren de los obtenidos en 1997 y 1998 con la variedad Laguna 89 (Palomo et al., 1998 y 1999). Tampoco se detectaron diferencias estadísticas entre densidades poblacionales para rendimiento a primera pizca, Cuadro 4.

Cuadro 3. Rendimiento y precocidad del algodón con diferente número de riegos de auxilio. Ciclo 1999.

No. De Riegos	Rendimiento (kg/ha)		Precocidad 1 ^a pizca		1 ^a flor	1er capullo	Altura planta (cm)
	Hueso	Pluma ¹	Hueso ²	%	dds	dds	
Dos	2327	837 b	2128 b	91	62	116	75
Tres	2935	1124 a	2689 a	92	62	118	73
Cuatro	2923	1111 a	2597 a	89	62	119	72

¹ Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS (P< 0.05)

² Rendimiento de algodón hueso a primera pizca

Cuadro 4. Rendimiento y precocidad de algodón en cuatro densidades poblacionales. 1999.

Nº de Plantas/ha	Rendimiento (kg/ha)		Precocidad 1ª pizca		1ª flor	1er capullo	Altura
	Hueso	Pluma	Hueso*	%	(dds)	(dds)	plta (cm)
70,000	2564	951	2278	89	62	117	72
85,000	2920	1017	2681	92	62	118	73
100,000	2687	969	2425	90	62	117	74
115,000	2742	1013	2500	91	62	117	74

* Rendimiento de algodón hueso a primera pizca.

4.1.2. Altura de planta

Los riegos y la densidad poblacional no afectaron la altura de la planta, la cual promedió 74 cm (Cuadros 3 y 4). En el caso del número de riegos, estos resultados sugieren que las deficiencias, o los excesos de humedad, ocurrieron cuando las plantas ya habían alcanzado su crecimiento definitivo.

4.1.3 Componentes de rendimiento

Los análisis de varianza detectaron efecto del número de riegos sobre el porcentaje de fibra, pero no en el peso del capullo e índice de semilla. Con dos riegos se obtuvo un porcentaje de fibra inferior al obtenido con tres y cuatro riegos, lo que coincide con los resultados obtenidos por Palomo et al., (1999)

Cuadro 5. La densidad poblacional no afectó el valor de los componentes de

rendimiento (Cuadro 6).

4.1.4 Calidad de fibra

El número de riegos de auxilio no afectó la longitud ni la resistencia de la fibra pero sí la finura ya que con dos riegos de auxilio disminuyó el grosor de la fibra (inmadura). De acuerdo con Palomo et al., (1999) esto es una consecuencia de la falta de humedad durante la fase de engrosamiento de la misma lo que coincide con los resultados obtenidos por Palomo et al., (1998) y, a diferencia de lo obtenido en dicho año, la resistencia de la fibra tampoco se vio afectada (Cuadros 5 y 6).

Cuadro 5. Componentes de rendimiento y calidad de fibra del algodón en diferente número de riegos de auxilio.1999.

Número de riegos	Peso capullo (g)	% Fibra	Índice semilla	Longitud de fibra Pulg.	mm	Resistencia Lbs/pulg ²	Finura
Dos	4.9	36.0	10.0	1 1/16	27.0	84,000	3.7b
Tres	5.7	38.3	9.9	1 1/16	27.0	85,000	4.1a
Cuatro	5.3	38.0	10.1	1 1/16	27.2	82,000	4.3

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. DMS (P<0.05).

Cuadro 6. Componentes de rendimiento y calidad de fibra del algodón en cuatro densidades poblacionales. 1999.

Población plantas/ha	Peso capullo (g)	% Fibra	Índice semilla	Longitud de fibra Pulg.	Mm	Resistencia Lbs/pulg ²	Finura
70,000	5.3	37.8	10.0	1 1/16	27.0	83,000	4.1
85,000	5.4	37.3	9.8	1 1/16	27.1	84,000	3.9
100,000	5.0	37.3	9.8	1 1/16	27.2	83,000	4.0
115,000	5.4	37.4	10.2	1 1/16	27.2	85,000	4.1

V. CONCLUSIONES

Los mejores rendimientos de algodón hueso y pluma se obtuvieron con la aplicación de tres y cuatro riegos de auxilio y la aplicación de dos riegos redujo la producción en un 25%. No se obtuvo respuesta en rendimiento al aumentar el número de plantas/ha.

El inicio de la floración, el inicio de la producción de capullos, el porcentaje de algodón hueso cosechado a primera pizca y la altura de la planta no se vieron afectados por el número de riegos ni por la densidad poblacional.

La aplicación de menos agua (dos riegos) se reflejó en un menor porcentaje de fibra y menor grosor de la misma. La densidad poblacional no afectó el valor de los componentes del rendimiento ni la calidad de fibra.

Como en la Laguna escasea el recurso agua para uso agrícola, y como se obtienen los mismos rendimientos con la aplicación de tres y cuatro riegos de auxilio, lo recomendable es el aplicar sólo tres riegos de auxilio al cultivo.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, S. O. 1981. Guía Climática de la Comarca Lagunera, Publicación Especial, CIAN. CELALA-INIA SARH.
- Anuario de Algodón. Verano 1999. La Nueva Era en la Agricultura. Edición especial de Meister Publisching. p. 12.
- Brown, H. B., y J. O. Ware. 1961. "Algodón." UTEHA, México.
- Crawford, M. D. C. 1948. "The Heritage of Cotton". Fairchild, New York.
- Endrizzi, J. E., E. L. Turcotte, y R. J. Kohel. 1984. Qualitative genetics, cytology and cytogenetics. In "cotton" (R. J. Kohel and C. F. Lewis, eds.). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. Agronomy N° 24, pp. 81-129.
- Fryxell, P. A. 1965. Stages in the evolution of *Gossypium*. Advances Frontiers Plant Sci. 10: 31-56.
- Frixell, P. A. 1984. Taxonomy and germplasm resources. In "cotton" (R.S. Kohel and C.F. Lewis, eds.) Agronomy, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. N° 24, p.p. 27-56.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen.

- Hutchinson, J. B. 1959. "The application of genetics to cotton improvement."
Cambridge Univ. Press, London. P.
- Jordan, W.R., J.E. Quisenberry and Roarck. 1981. Contributions of heat toler and
root growth Potential to drought resistance. Belt. Cotton. Prod. Res. Conf.
p.40
- Kerby, T. A.; G. Cassman, and M. Keerty. 1990. Genotypes and plant densities
for narrow row systems I. Height, nodes earliness, and location of yield
Crop Sci 30:644-649.
- Kohel, R. J. and C. F. Lewis. 1984. American Society of Agronomy, Inc. Crop.
Science Society of America. Inc Publishers Madison, Wisconsin, U. S.
A. p 27-31.
- Lagiére, R. 1969. Algodón. Primera Edición. Editorial Blume. p. 20-23.
- Mohamad, K.B., W. P. Sappenfield and J.W. Poehlman. 1982. Cotton cultivar
response to plant population in a short-season narrow -row cultural
system. Agron. J. 74:619-625.
- Palomo, G. A, 1996. Distribución, colecta y uso de las especies silvestres
de algodón en México. Síntesis de investigación. p. 359-369.

- Palomo, G. A., A. Gaytán, M. y S. Godoy. A. 1988. Efecto del número de riegos de auxilio y de la densidad poblacional en el rendimiento y calidad de la fibra del algodón. Informe técnico de Investigación Agrícola. CELALA-CIRNOC-INIFAP. 4p.
- Palomo, G. A., A. Gaytán. M. y S. Godoy. A. 1999. Efecto del número de riegos y de la densidad poblacional en el rendimiento y calidad de la fibra del algodón. Informe Técnico de Investigación Agrícola. CELALA-CIRNOCO-INIFAP. 4p.
- Percival, A. E., y R. J. Kohel. 1990. Distribution, collection, and evaluation of *Gossypium*. In *Advances in Agronomy*, (N. C. Brady, ed) Academic Press Inc, American Society of Agronomy. Vol. 44.pp. 255-256.
- Quisenberry, J.E. and. B. Roarck. 1976. Influence of indeterminate growth habit on yield and irrigation water use efficiency in upland cotton. *Crop. Sci.* 16:762-765
- Ramirez, J. C. 1976, Características Generales de la serie de Suelos de la Región Lagunera de Coahuila y Durango.
- Ritchie, J. T. 1971. Dryland evaporative flux in subhumid climate Micrometereological influences. *Agron J.* 63: 51-55.

- Robles, S. R. 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Editorial Limusa. Primera Edición. México D.F. p. 172.
- Stephens, S. G., y M. E. Moseley. 1974. Early domesticated cottons from archaeological sites in central coastal Peru. *Am. Antiquity*. 39:109-122.
- Tharp, W. H. 1965. The cotton plant how it grow and Why its grow..varius United State. Dep. of. Agric. Res. Esr. Agric. Handbook.. No 178 U. S. Goverment Printing Office Washington, D. C. p. 17
- Wendt, C. W; and L. L. Ray 1971. Influence of row spacing on the yield and soil moisture utilization of several upland cotton varieties. *Proc. Beltwide cotton production Res. Conf.* P. 25-2

VII. APENDICE

Cuadro 7. Producción de Algodón en México. Ciclo 1999-2000.

Región	Miles de has.	Rendimiento (Pacas/ha)	Producción (Miles/pacas)
Sonora	32	4.8	154
B. California	37	4.6	170
Chihuahua	36	4.3	154
La Laguna	19	4.5	85
Sinaloa	15	4.0	60
Tamaulipas	12	2.4	29
Otras	9	2.3	21
Total	160		673

Cuadro 8. Desarrollo histórico del comportamiento en la producción de Algodón en la Comarca Lagunera, México. 1990-1998.

Concepto	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Sup.(has)	52,260	27,427	385	842	6,463	17,362	19,473	19,273	17,759
Ren ton/ha	2050	2.60	3.50	1.20	3.50	3.20	2.60	3.90	3.90
Pacas	196,390	103,310	1,935	1,462	36,942	86,550	80,016	122,332	112,509
Pacas/ha	3.76	3.77	5.03	1.74	5.72	4.99	4.11	6.35	6.34

Cuadro 9. Producción y Consumo del Algodón. 1999.

PAÍS	PRODUCCIÓN	CONSUMO
E.U	3,120	2,360
China	4,100	4,500
India	2,711	2,921
Pakistán	1,859	1,650
Uzbekistan	1,200	140
Turquía	799	1,080
Egipto	338	175
Siria	227	120
Grecia	415	143
España	89	139
Israel	48	20
Australia	577	49
México	179	385
Guatemala	5	31
Perú	50	69
Colombia	51	97
Brasil	425	910
Paraguay	110	10
Argentina	419	113
Otros	1,256	3,988
T. Mundial	17,978	18,900

Cifras de los tres grandes grupos que comparten la producción de algodón en el mundo.