

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FIBRA DEL ALGODÓN EN SURCOS  
ESTRECHOS Y ULTRA-ESTRECHOS**

**POR:**

**RAÚL MEDINA VICUÑA**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TORREÓN, COAH., MÉXICO**

**MAYO 2016**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FIBRA DEL ALGODÓN EN SURCOS  
ESTRECHOS Y ULTRA-ESTRECHOS

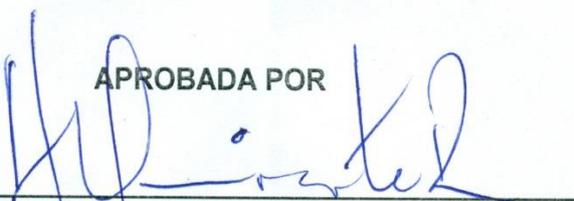
POR  
RAÚL MEDINA VICUÑA  
TESIS

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

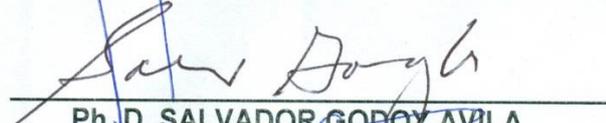
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR

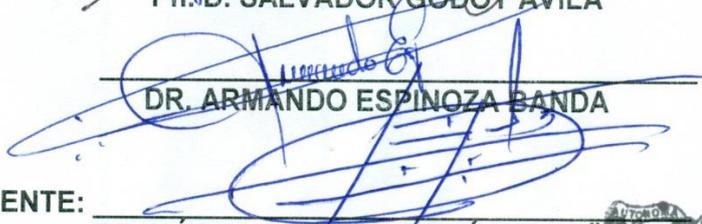
PRESIDENTE:

  
ING. HERIBERTO QUIRARTE RAMÍREZ

VOCAL

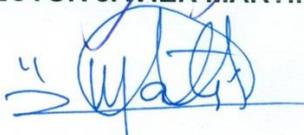
  
Ph.D. SALVADOR GODOY AVILA

VOCAL:

  
DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL SUPLENTE:

  
DR. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

MAYO 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

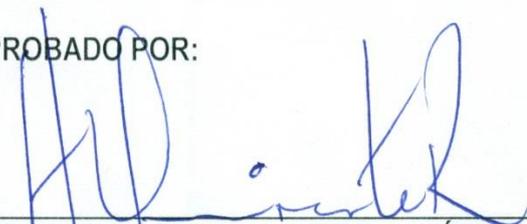
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FIBRA DEL ALGODÓN EN SURCOS  
ESTRECHOS Y ULTRA-ESTRECHOS

POR  
RAÚL MEDINA VICUÑA  
TESIS  
QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

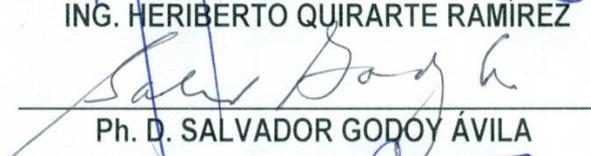
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:

ASESOR PRINCIPAL:

  
ING. HERIBERTO QUIRARTE RAMÍREZ

ASESOR:

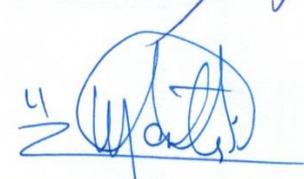
  
Ph. D. SALVADOR GODOY ÁVILA

ASESOR:

  
DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR:

  
DR. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



## **AGRADECIMIENTO**

**A mi Alma Mater**, por darme la gran oportunidad de formar parte de mi vida, y por haberme permitido iniciar y concluir con mi carrera dentro de esta gran familia que es la Narro.

**A mi comité de asesores:** Ph.D. Arturo Palomo Gil (QEPD) el ing. Heriberto Quirarte Ramírez, gracias a ellos por las atenciones y el apoyo que se me brindó para sacar adelante mi trabajo de tesis. De igual manera a todos los profesores que fueron los que me formaron académicamente durante toda mi carrera.

**A mis compañeros de grupo**, que durante cuatro años y medio, fueron más que unos compañeros de carrera; fueron y son amigos con los cuales compartí demasiadas alegrías.

## DEDICATORIAS

**A DIOS:** por darme lo más maravilloso que existe que es la vida, sin esta oportunidad de vida no hubiera logrado mi objetivo dentro de la Narro, que era concluir mi carrera.

### A MIS PADRES:

**NORMA ALICIA VICUÑA COLLAZO**

**Y**

**FERNANDO MEDINA IBARRA**

Primero que nada, agradecerles por darme la vida que es el regalo más preciado que tengo, junto con el que ustedes estén conmigo a cada momento. Muchas gracias por apoyarme a cada momento de mi vida, y para concluir con mis estudios. Sé que no fue nada fácil, pero con los esfuerzos que hicieron para que yo su hijo lograra su meta. Gracias padres míos por estar siempre conmigo, que Dios los bendiga hoy y siempre.

**A mis hermanos:** Claudia Isela Medina Vicuña y Fernando Medina Vicuña, que son incomparables. Gracias hermanos.

**A mi familia:** a mi esposa Gabriela Varela Trujillo y mi hijo Raúl Medina Varela que son el motor de mi vida día con día

## ÍNDICE

	Pág.
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	i
<b>DEDICATORIAS</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	vi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
<b>2.1. Generalidades del cultivo</b> .....	4
2.1.1 Origen .....	4
2.1.2. Clasificación taxonómica (Robles, 1980) .....	4
2.1.3. Ciclo del algodón .....	5
<b>2.2. Descripción morfológica del algodón</b> .....	6
2.2.1. Forma .....	6
2.2.2. Raíz .....	6
2.2.3. Tallo .....	7
2.2.4. Ramas vegetativas .....	7
2.2.5. Ramas fructíferas .....	7
2.2.6. Hojas .....	8
2.2.7. Flor .....	8
2.2.8. Fruto .....	8
2.2.9. Semilla .....	9
<b>2.3. Surcos ultra estrechos</b> .....	9
<b>2.4. Surcos estrechos</b> .....	10
<b>2.5. Variedad</b> .....	10
<b>2.6. Espaciamiento entre surcos</b> .....	10
<b>2.7. Materia seca</b> .....	11
<b>2.8. Índice de área foliar</b> .....	11
<b>2.9. Calidad de fibra del algodón</b> .....	12
2.9.1. Longitud de fibra .....	12
2.9.2. Resistencia de fibra .....	13
2.9.3. Finura de la fibra .....	13
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	14
<b>3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera</b> .....	14
<b>3.2. Aspectos climatológicos de la Comarca Lagunera</b> .....	16
3.2.1. Clima .....	16
3.2.2. Temperatura .....	16

3.2.3. Precipitación .....	16
3.2.4. Humedad Relativa.....	17
3.3. Origen de los suelos de la Comarca Lagunera.....	17
3.4. Tratamientos.....	18
3.5. Material genético.....	18
3.6.1. Preparación del terreno.....	18
3.6.2. Siembra.....	18
3.6.3. Aclareo.....	19
3.6.4. Aporque y control de malas hierbas.....	19
3.6.5. Aplicación de riegos e insecticidas.....	19
3.7. Variables evaluadas.....	20
3.8.-Análisis Estadístico .....	20
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>22</b>
4.1.-Rendimiento de algodón hueso kg/ha.....	22
4.2.- Rendimiento de algodón pluma kg/ha.....	23
4.3.- Componentes de Rendimiento.....	24
4.4.- Calidad de fibra.....	25
4.5.-Longitud de Fibra.....	26
4.6.-Resistencia (Str).....	27
4.7.- Micronaire (Mic).....	28
4.8.- Índice de Madurez (Mat).....	29
4.9.- Índice de Uniformidad (UI).....	29
4.9.1.- Índice de Fibra Corta (SFI).....	29
4.9.2.- Elongación (Elg).....	30
<b>V. CONCLUSION.....</b>	<b>31</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>32</b>

## RESUMEN

Como causa de los altos costos de producción y el bajo precio de la fibra en el mercado internacional, se ha motivado al investigador a explorar nuevas alternativas para elevar los rendimientos unitarios y con ello contribuir a hacer más redituable su explotación. Una alternativa es la siembra en surcos más estrechos que los actualmente utilizados (0.75m entre surcos). El objetivo de esta investigación fue evaluar los surcos ultra-estrechos (0.50m y 0.35m) como una alternativa para aumentar los rendimientos unitarios del algodón y reducir costos de producción, así mismo determinar el rendimiento y calidad de la fibra del algodón. El estudio se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro U. L. ubicado en Torreón Coahuila, México.

**Palabras clave:** *Gossypium hirsutum* L., calidad de la fibra, surcos ultra-estrechos.

## I. INTRODUCCIÓN

El algodón (*Gossypium hirsutum L.*), es importante en la producción de fibra y factor determinante en la generación de ingresos en todas las áreas relacionadas con la industria textil. En 1998, en la Comarca Lagunera, el cultivo del algodón ocupó el tercer lugar en superficie cosechada con 17, 759 ha y el primer lugar en valor de producción con \$348, 147, 800 pesos que equivalió a 38 % del valor total de la producción de los cultivos anuales del ciclo primavera verano.

En la Comarca Lagunera el cultivo de algodón ha sido una de las principales actividades económicas. Sin embargo, los altos costos de producción particularmente los de fitosanidad y la escasa disponibilidad del agua para riego, han ocasionado una reducción considerable en la superficie sembrada.

En los sistemas de producción de algodón actuales se requiere mayor eficiencia en el uso de los recursos naturales tales como suelo y agua y de la inversión económica realizada, por lo que se ha dado importancia a los estudios que ayuden a comprender los factores que inciden en el rendimiento, particularmente el proceso de producción y asignación de biomasa de la planta, al variar un componente de manejo del cultivo.

Los avances en los programas de mejoramiento genético, y otras innovaciones tecnológicas han promovido cambios en los sistemas de

producción de algodón. Un ejemplo es el uso de surcos ultra estrechos como una alternativa para disminuir costos de producción, incrementar el rendimiento, la precocidad y la calidad de la fibra, además del control del crecimiento de la planta, etc. (Prince *et al.*, 2002).

El concepto de surcos ultra estrechos (surcos menores de 75 cm entre hileras) se remonta a 1920 (Perkins *et al.*, 1998), sin embargo el uso de esta tecnología a nivel comercial es reciente y se aplica principalmente en los Estados Unidos. En surcos ultra estrechos se obtiene el mismo rendimiento de fibra o se incrementa entre un 5 y un 11% y se han tenido reducciones del ciclo del cultivo de entre 7 y 10 días con respecto al sistema de siembra en surcos de 92 cm. (Cawley, *et al.*, 2002), En un estudio preliminar en el Campo Experimental La Laguna, se determinaron diferencias fisiológicas y morfológicas entre genotipos de algodón, que indican que las nuevas variedades precoces pueden soportar mayores niveles de competencia que los que son sometidos bajo el sistema de producción tradicional (Gaytán, *et al.*, 2001).

### **1.1. Objetivo**

- Evaluar los surcos ultra estrechos como una alternativa para aumentar los rendimientos unitarios de algodón y reducir costos de producción.

### **1.2. Hipótesis**

La siembra de algodón en surcos ultra estrechos en condición de dosis óptima de fertilización nitrogenada incrementa la productividad del cultivo, así como el rendimiento unitario.

El sistema de producción de surcos ultra estrechos no afecta el rendimiento ni la producción.

La obtención de fibra de mejor calidad en los surcos de 0.75 m. y 0.35 m.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades del cultivo

#### 2.1.1 Origen

El algodón y el aprovechamiento de su fibra, data 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 datan de 3,000 años A.C., y pertenecen a *Gossypium arboreum* L., existente aún en la India.

Robles (1980) señala que el algodón es nativo del Viejo y del Nuevo Mundo, concepto que a veces causa confusión pero hay que recordar que la explicación lógica puede ser la teoría de la deriva de los continentes, en donde éstos se fueron separando, después de que diferentes especies vegetales se habían dispersado, en grandes áreas geográficas.

#### 2.1.2. Clasificación taxonómica (Robles, 1980)

Reino_____	Vegetal
División_____	Tracheophita
Subdivisión_____	Pteropsidea
Clase_____	Angiospermae
Subclase_____	Dicotiledóneas
Orden_____	Malvales

Familia_____	Malváceas
Tribu_____	Hibisceas
Género_____	<i>Gossypium</i>
Especie_____	<i>hirsutum</i> (cultivado)
Especie_____	<i>barbadense</i> (cultivado)

### 2.1.3. Ciclo del algodón

Según (Díaz, 2002), el ciclo del algodón se divide en cinco etapas diferentes, las cuales son:

- 1.- Fase nacencia: 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 a 4 hojas. Duración de 20 a 25 días.
- 3.- Fase de prefoliación: del estadio de 3 a 4 hojas al comienzo de la floración. Duración de 30–35 días.
- 4.- Fase de floración: duración de 50–70 días.
- 5.- Fase de la maduración de las cápsulas: duración de 50–80 días.

## **2.2. Descripción morfológica del algodón**

La morfología o estructura fundamental del algodón, es relativamente simple. De todos modos, varía ampliamente según la especie y la influencia del ambiente, de las condiciones del cultivo y del desarrollo de la selección o método de mejora que sobre de él se lleve a cabo.

Díaz, (2002), describe a la planta del algodón (*Gossypium hirsutum* L.) de la siguiente manera:

### **2.2.1. Forma**

En 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 (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.

### **2.2.2. 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 varía de 50

a 100 cm. y bajo condiciones muy favorables, en suelos que tengan buen drenaje alcanza hasta más de dos metros de profundidad.

### **2.2.3. Tallo**

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

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

### **2.2.4. Ramas vegetativas**

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

### **2.2.5. 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 una 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 del tallo principal.

### **2.2.6. Hojas**

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

### **2.2.7. Flor**

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

### **2.2.8. Fruto**

El fruto es una cápsula con tres a cinco carpelos, que tienen de seis a nueve semillas cada uno. Las células epidérmicas de las semillas constituyen la fibra llamada algodón. La longitud de la fibra varía entre 20 y 45 mm., y el calibre ó grosor, entre 15 y 25 micras. Después de la maduración del fruto se produce la dehiscencia, abriéndose la cápsula. La floración de la planta de algodón es escalonada. El aprovechamiento principal del algodón es la fibra textil.

### **2.2.9. Semilla**

En cada celda hay un promedio de seis a nueve semillas ovales. La semilla produce del 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 tóxico. Hoy se prepara una torta de la que se extrae el gossypol, pero hay que tener cuidado, sobre todo en la alimentación de cerdos y aves, por los residuos que pueda tener.

### **2.3. Surcos ultra estrechos**

El algodón sembrado bajo el sistema de surcos ultra estrechos, trae consigo el requerimiento de maquinaria de precisión, la cual le permite tener un espacio apropiado entre surcos; asimismo esto previene el uso de cultivos mecánicos y herbicidas, que requieren de aplicarse mediante aspersión (Brown *et. al.*, 1996).

Los surcos ultra estrechos han sido un gran éxito donde existen suelos donde es limitante el crecimiento de las plantas. Bajo el sistema de surcos ultra estrechos se eficienta el proceso de producción y se puede incrementar el rendimiento. Los nuevos productos químicos y la generación de nuevas variedades transgénicas hacen aún más atractivo este sistema de surcos ultra estrechos. El sistema de surcos ultra estrechos tiene como estrategia cuatro principales objetivos: reducir los costos de producción, mantenimiento del

recurso suelo, optimizar la calidad de la fibra y mejoramiento de la producción del hilado.

#### **2.4. Surcos estrechos**

La determinación entre la distancia entre hileras y la población de plantas para la óptima producción del cultivo del algodón ha sido de gran interés, desde que se comenzó a explotar tanto para productores como para investigadores.

#### **2.5. Variedad**

La variedad Fiber Max 963 tiene un porte alto, una hoja tipo normal y las ramas fructíferas largas (Palomo *et al.*, 2003).

#### **2.6. Espaciamiento entre surcos**

El concepto de surcos ultra estrechos (surcos menores de 75 cm entre hileras) se remonta a 1920 (Perkins *et al.*, 1998), sin embargo el uso de esta tecnología a nivel comercial es reciente y se aplica principalmente en los Estados Unidos. En surcos ultra estrechos se obtiene el mismo rendimiento de fibra o se incrementa entre un 5 y un 11% y se han tenido reducciones del ciclo del cultivo de entre 7 y 10 días con respecto al sistema de siembra en surcos de 92 cm (Cawley, *et al.*, 2002), por diferencias entre variedades, densidades de población, espaciamiento entre surcos, efecto de año ó por alguna de sus interacciones.

## **2.7. Materia seca**

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, 2000). La producción de materia seca, está estrechamente vinculada con el aprovechamiento de la radiación incidente, 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 del peso de las plantas y por la asignación de una diferente proporción de materia seca a los distintos órganos que la conforman (Andrade, 1996).

## **2.8. Índice de área foliar**

La agricultura no es más que la cosecha de energía solar y su transformación a materia seca. Los cultivos eficientes tienden a invertir la mayor parte de su crecimiento temprano en expandir su área foliar, lo que resulta en un mejor aprovechamiento de la radiación solar. La intercepción de la radiación solar incidente que asegura las máximas tasas de crecimiento del cultivo, se encuentra cuando el Índice de Área Foliar (IAF) aumenta hasta un

nivel crítico, que permite captar el 95% de la radiación incidente (Andrade *et al.*, 1993; Gardner *et al.*, 1985). Para que un cultivo use eficientemente la radiación solar, gran parte de ésta debe ser absorbida por los tejidos fotosintéticos. Las hojas, principales órganos responsables de la fotosíntesis e intercepción de luz, se desarrollan en el embrión de la semilla y en los tejidos meristemáticos del tallo (Miralles, 2004). Esta intercepción es función de la densidad de plantas y del arreglo espacial de estas plantas y de sus hojas en el terreno (Willey y Health, 1996; Larcher, 1983). Algunas prácticas agronómicas tales como fertilización, altas densidades de siembra y un mejor arreglo espacial de las plantas (por ejemplo surcos ultra estrechos), se usan para acelerar la cobertura del suelo e incrementar la intercepción de luz (Gardner *et al.*, 1985).

## 2.9. Calidad de fibra del algodón

### 2.9.1. Longitud de fibra

La longitud de fibra es una de las cualidades importantes del algodón; se determina por medio de un aparato llamado “fibrógrafo” y se expresa en pulgadas o en milímetros. La longitud de fibra se clasifica de la siguiente manera.

#### **Cuadro 2.1. Longitud de la fibra expresada en pulgadas.**

<b>Longitud Clasificación (pulgadas)</b>	
1"1/8 a 1" 1/32	Larga
1"1/16 a 1" 3/32	Fibra intermedia
menos de 1" 1/16	Fibra corta

### 2.9.2. Resistencia de fibra

Existe una relación directa entre la resistencia de la fibra del algodón y la calidad de las telas manufacturadas. Este análisis es importante para la calibración de las máquinas de hilandería y permite clasificar la fibra para usos diferentes. La resistencia de fibra se mide mediante el Índice de Presley, el cual se obtiene con la resistencia a la ruptura de la fibra a la tensión en miles de libras por pulgada cuadrada a que es sometida. Los valores del índice se presentan a continuación:

**Cuadro 2.2. Resistencia de la fibra**

<b>Resistencia (miles de lb. /in<sup>2</sup>)</b>	<b>Clasificación</b>
Más de 95	Muy fuertes
86 a 95	Fuertes
76 a 85	Medias
66 a 75	Aceptables
Menos de 65	Débiles

### 2.9.3. Finura de la fibra

El conocimiento de la finura de la fibra determina las proporciones de materia prima de diferentes características que intervienen en la mezcla utilizadas en la manufactura de las telas de diferente calidad. Para medir la finura de la fibra se hace uso del índice de “micronaire” cuyos valores se clasifican de la manera que se presenta en el Cuadro 2.3.

**Cuadro 2.3. Finura de fibra**

<b>Índice de Micronaire</b>	<b>Clasificación</b>
Menor de 3.0	Muy fina
De 3.0 a 3.9	Fina
De 4.0 a 4.9	Intermedia
De 5.0 a 5.9	Gruesa
Mayor de 6.0	Muy gruesa

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento se realizó en 2010, en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, de Torreón Coahuila.

#### **3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera.**

La Comarca Lagunera, está integrada por 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 y Nazas, en el estado de Durango. Esta se encuentra ubicada entre los paralelos 24°05' y 26°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 los municipios de Sierra Mojada y Cuatrociénegas en Coahuila, al este, con los municipios de General Cepeda y Saltillo, Coahuila; al sur, con el estado de Zacatecas y el municipio de Guadalupe Victoria, Durango; y al oeste, San Pedro del Gallo, Indé, Coneto de Comonfort y San Juan del Río, Durango (Aguirre, 1981).

## **3.2. Aspectos climatológicos de la Comarca Lagunera.**

### **3.2.1. Clima.**

De acuerdo con la clasificación de climas del Dr. Thorntwhite, el clima de la Comarca Lagunera es árido en casi toda su área cultivable, con lluvias deficientes en todas las estaciones, mesotermal y con una temperatura aproximada de 30° C (Quiñones, 1981).

### **3.2.2. Temperatura.**

La temperatura en la Comarca Lagunera se puede dividir en dos épocas, la primera comprende de Abril a Octubre, en el cual la temperatura media mensual excede de los 20° C, y la segunda abarca los meses de Noviembre a Marzo, en los cuales la temperatura media mensual oscila entre 13.6° C y 19.4° C, los meses más calurosos son de Mayo a Agosto y los más fríos son Diciembre y Enero (Farías, 1980).

### **3.2.3. Precipitación**

De acuerdo con las lluvias registradas durante los últimos 30 años en la estación climatológica de Lerdo, Durango., se concluye que en la Comarca Lagunera, el período máximo de precipitación está comprendido en los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto. La precipitación pluvial característica de la región,

condiciona la existencia de una atmósfera desprovista de humedad, la precipitación media anual de las últimas décadas es de 220 mm(Quiñones, 1988).

#### **3.2.4. Humedad Relativa.**

La humedad relativa según Quiñones (1988), varía en función de las estaciones del año; esta humedad es promedio de las observaciones efectuadas durante el día, y son las siguientes.

Primavera	31.3%.
Verano	46.2%.
Otoño	52.9%.
Invierno	44.3%.

#### **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, estuvo cubierta por mares que en el transcurso del tiempo se desecaron; iniciándose el relleno de estas oquedades en la última etapa del periodo Terciario y prolongándose después de ese periodo por un millón de años. Terminando el relleno, los acarrees sucesivos de los ríos nivelaron las acumulaciones sedimentarias dando origen a casi la totalidad de los suelos regionales (Quiñones ,1988).

### **3.4. Tratamientos**

Se evaluaron 3 sistemas de producción con diferentes espaciamientos que fueron los siguientes: T<sub>1</sub>(Testigo) de 75 cm con una población de 110,100 plantas por hectárea, teniendo 13 cm entre plantas, y los otros fueron T<sub>2</sub>, de 50 cm con 100,000 plantas por ha, con 20 cm entre plantas y T<sub>3</sub>, de 35 cm con 100,800 plantas por ha con una distancia entre planta de 28 cm respectivamente, para los nuevos sistemas de producción.

### **3.5. Material genético.**

La variedad que se utilizó fue Fiber Max 963, la cual tiene un porte muy alto, hoja tipo normal y ramas fructíferas largas.

#### **3.6.1. Preparación del terreno**

Se realizó un barbecho, un rastreo, una nivelación del terreno y posteriormente un levantamiento de bordos.

#### **3.6.2. Siembra**

La siembra se realizó en seco el 5 de abril del 2010, en forma manual a chorrillo, para posteriormente hacer un aclareo a surco sencillo de 75, 50 y 35 cm. En el aclareo se dejó una distancia de 13 cm entre plantas para obtener una densidad poblacional de 100,000 plantas aproximadamente

### 3.6.3. Aclareo.

Este se realizó a los 20 días después de la siembra, dejando una distancia de 13, 15 y 18 cm entre plantas, para obtener diferentes poblaciones de plantas por hectárea.

### 3.6.4. Aporque y control de malas hierbas.

Para aporcar y mantener el cultivo libre de malas hierbas se realizó una escarda mecánica a los 30 días después de la siembra. Se realizó un control de maleza manualmente.

### 3.6.5. Aplicación de riegos e insecticidas.

La información relacionada con la aplicación de riegos e insecticidas se consigna en los cuadros siguientes.

**Cuadro 3.1 Calendarios de riego y días después de la siembra en que se aplicaron UAAAN 2010.**

Riegos	Días después de la siembra	Fecha
1°. Auxilio	63	07 de junio
2°. Auxilio	88	25 de junio
3er. Auxilio	118	25 de Julio

**Cuadro 3.2. Control de plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo, productos aplicados y dosis por hectárea. UAAAN 2010.**

Plaga	NO. de Aplicación	Producto	Dosis (L ha <sup>-1</sup> )
Pulgón ( <i>Aphis gossypii</i> Glover)	2	Malation	1.5
Picudo del algodón ( <i>Antonomus grandis</i> )	2	Cipermetrina	.400 ml/ha <sup>-1</sup>
Gusano Bellotero ( <i>Heliothis zea</i> Bodie)	2	Clorpirifos etil	1.5
Gusano Soldado ( <i>Spodoptera exigua</i> )	2	Clorpirifos etil	1.5

En año 2010, se presentó el hongo de la Viruela (*puccinia cacabata*) la cual tuvo efectos muy severos en este cultivo de algodón, hubo pérdidas en la producción de hasta un 43 %, y se controló con fungicidas curativos a los 6 días de la infección, cuando las pústulas alcanzaban un diámetro de 2 a3 mm. Se realizó una aplicación de Amístar (*azoxytrobin*) 200 g ha<sup>-1</sup>.

### 3.7. Variables evaluadas

Rendimiento de algodón pluma y hueso, Componentes de rendimiento se determinó % de fibra, peso de capullo, índice de semilla., Calidad de fibra se midió longitud, resistencia y finura

### 3.8.-Análisis Estadístico

Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza de acuerdo con el Diseño de Bloques completamente al Azar con tres repeticiones y cuando se

detectaron diferencias entre medias la comparación de las mismas se realizó con la prueba *Tukey* al 0.05.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1.-Rendimiento de algodón hueso kg/ha.

El análisis de varianza para este parámetro de sumo interés en la toma de decisión de una práctica específica en este cultivo, no señaló diferencias estadísticas para los factores evaluados, no obstante que la mayoría de la información al respecto señala una tendencia positiva entre este carácter y la disminución en surcado. Cuadro 4.1.

**Cuadro 4.1.- Efecto del distanciamiento entre surcos sobre el rendimiento del algodón hueso kg/ha. UAAAN-UL 2012.**

Tratamientos	Rendimiento de algodón hueso kg/ha	Diferencia
(T1) 75 centímetros (Testigo)	3787	
(T2) 50 centímetros	4497	710
(T3) 35 centímetros	4649	862
Media	4311	

En la manifestación de estas diferencias, un factor que incluyó significativamente fue la presencia de dos granizadas y un ataque de viruela (*Puccinia cacabata*) En el mismo cuadro 5 se observa que el tratamiento considerado como Testigo (75 cms. – 120,000 plantas / Ha) se ve superado con 710 y 862 kg de algodón hueso / Ha que en rendimiento de algodón pluma / Ha representan 309 y 376 kg a favor de los distanciamientos de 50 y 35 centímetros, tomando un porcentaje promedio de fibra de 43.6 %, como resultó el caso para este estudio en particular. Aún más, en términos económicos si se considera como precio de 0.66

US la libra de algodón pluma, representa \$ 6,908 y \$ 8,406 a favor de los mismos. Por lo anterior, se recomienda repetir este tipo de trabajo en un mayor número de años, localidades, etc. para ver si existe consistencia en los resultados obtenidos, y consecuentemente poder estar en condiciones de recomendar su adaptación por los productores.

Además en este tipo de estudios resulta demasiado conveniente empezar a analizar la disponibilidad de maquinaria de siembra que pueda adaptarse de manera práctica y accesible para manejar tales distanciamientos. Igual observación deberá empezar a considerar lo referente a la época de cosecha, manejo de defoliantes, cosecha mecánica y manejo de fibra cosechada en el despepite. Tal recomendación es extendible al manejo de malezas y plagas.

#### **4.2.- Rendimiento de algodón pluma kg/ha.**

Al igual que el anterior parámetro, éste que es de criterio determinante en la toma de decisión del proceso de producción de este cultivo, al analizarse estadísticamente no indicó diferencia estadística para los distanciamientos evaluados. Cuadro 4.2.

**Cuadro 4.2.- Efectos del distanciamiento entre surcos sobre el rendimiento de algodón pluma kg/ha. UAAAN UL 2012.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Kg/ ha fibra</b>	<b>Pacas/Ha</b>	<b>(%) fibra</b>
(T1) 75 centímetros	1677	7.4	44.3
(T2) 50 centímetros	1977	8.8	43.9
(T3) 35 centímetros	1977	8.8	42.6
Media	1877	8.1	43.6

Dada la estrecha relación entre el rendimiento en hueso y fibra con el porcentaje de la misma, al igual que el resultado anterior, el cierre efectuado sobre el distanciamiento entre surcos tendió a verse afectado positivamente, dado que el tratamiento Testigo (75 centímetros), resultó superado con 1.4 pacas/Ha por los tratamientos sembrados a 50 y 35 centímetros. Esta respuesta nuevamente lleva a retomar las recomendaciones hechas a tomar en cuenta para aplicarse y extenderse a estudios posteriores. Puede observarse que los valores del porcentaje de fibra en el genotipo que se utilizó en este estudio (FIBER MAX 983), sí refleja la característica, distintiva de la misma en lo referente a tal carácter.

#### **4.3.- Componentes de Rendimiento.**

El análisis estadístico para estos caracteres morfológicos de la planta cuya acción conjunta e interactiva se refleja en el producto final que es el rendimiento en sus diferentes acepciones, no señalo para ninguno uno de ellos diferencia significativa. Cuadro 4.3.

**Cuadro 4.3.-Efecto del distanciamiento entre surcos sobre los componentes de rendimiento de algodón. UAAAN-UL. 2010.**

Tratamientos	% fibra	Peso de Capullo	Índice de Semilla
(T1) 75 centímetros	44.3	5.7	8.9
(T2) 50 centímetros)	43.9	5.9	9.6
(T3) 35 centímetros	42.6	5.4	9.9
Media	43.6	5.6	9.4

Los resultados aquí señalados sugieren que la disminución en el cierre del surcado disminuye el peso del capullo pero aumenta el peso de 100 semillas (índice de semilla), razón muy probable de explicar en función de el menor número de capullos por planta. Lo antes expuesto representa una probable alternativa para el mercado de la producción de aceites y subproductos para el alimento de ganado al tener una semilla de mayor tamaño.

#### **4.4.- Calidad de fibra**

En principio se planteó evaluar la calidad mediante el análisis manual, sin embargo se consiguió encontrar la facilidad para hacerlo a través del Sistema de Clasificación de Fibras conocido como High Volume Instrument (HVI) que es un equipo automatizado de alta tecnología y alta precisión que permite determinar características de calidad con un bajo margen de error y los parámetros de medición son: longitud, resistencia, micronaire, uniformidad, índice de maduración, índice de

fibra corta, elongación, índice de consistencia en la hilatura, reflectancia, grado de color y amarillamiento, así como cantidad y grado de basura, entre otros.

Este sistema de clasificación ofrece información más completa y objetiva sobre la calidad que registra cada paca de fibra, lo que permite una mejor aplicación al momento de comercializar los lotes de pacas disponibles a precios reales que fija el mercado internacional.

De igual manera, la industria textil y de la confección requiere de alta confiabilidad en la clasificación de fibras, que suministra el mercado nacional y/o importación. Hasta antes de 2003 la clasificación de fibras en la Comarca Lagunera se realizaba en forma manual, lo que incluía básicamente longitud, resistencia y finura .A partir de 2003 el Sistema Producto Algodón de la región adquirió equipo de tecnología HVI y a la fecha cuenta con equipos USTER 1000 y 950F.

El sistema de clasificación HVI proporciona información sobre la calidad de fibra a los distintos sectores de la Cadena Agroindustrial Algodonera (producción, despepitado e industria textil) en forma inmediata, lo que permite al productor estar en condiciones de comercializar su lote de pacas disponible. (Palomo, 2003)

#### **4.5.-Longitud de Fibra.**

(Longitud Media de la Mitad Superior UHML)La evaluación estadística para este carácter en los tres distanciamientos entre surcos no señaló diferencias estadísticas. Cuadro 4.5.lo cual es un indicativo que su manifestación resulta independiente de dicho factor. Se observó una tendencia positiva hacia un

incremento en su valor a medida que se redujo la distancia entre surcos de tal forma que la máxima longitud la presentó el distanciamiento a 35 centímetros con 1.18 pulgadas (30.0 milímetros) o acorde con el Código de Longitud USDA (32avos), una clasificación de 38, correspondiente a una fibra larga.

**Cuadro 4.5.- Efecto de tres distanciamientos entre surcos sobre la longitud de fibra del algodónero.UAAAN.UL.2012.**

Distancias (cms)	Pulgadas	UHML (pulg.)	UHML(mm)	USDA Código de Longitud(32avos)	Clase
75	1.14	1 5/32	29.0-29.7	37	Larga
50	1.12	1 1/8	28.2-28.7	36	Larga
35	1.18	1 3/16	30.0-30.5	38	Larga
Promedio	1.14				

#### 4.6.-Resistencia (Str)

La evaluación estadística para este carácter que mide la resistencia a la rotura de las fibras de algodón se expresa en unidades gramos por tex, no mostró diferencias significativas para los tres distanciamientos entre surcos que se compararon. Cuadro 4.6. Al igual que el anterior carácter, y bajo las circunstancias presentadas durante el desarrollo del presente trabajo vuelve a insinuarse la independencia de la resistencia con respecto de los tres distanciamientos entre surcos. Sin ser significativas sus diferencias los valores alcanzados mostraron valores que dan clasificaciones correspondientes a fuertes y muy fuertes.

**Cuadro 4.6.- Efecto de tres distanciamientos entre surcos sobre la resistencia de la fibra del algodónero.UAAAN.UL.2012.**

Distancias (cms)	Resistencia en gramos/tex	Descripción
------------------	---------------------------	-------------

75	30.1	Muy fuerte
50	29.0	Fuerte
35	30.8	Muy fuerte
Media	29.9	

#### 4.7.- Micronaire (Mic)

La medición de este componente proporciona una descripción de la fibra y su valor queda determinado, primero por las especies de algodón, después, por las variedades dentro de cada especie; así algodones Pima tienen valores de Micronaire más bajos que los algodones Upland. Las condiciones de crecimiento durante el desarrollo de la fibra influyen fuertemente sus valores.

La valoración estadística para este carácter medido mediante el flujo del aire a través de las fibras nuevamente volvió a no mostrar diferencias significativas entre los distanciamientos entre surcos. Cuadro 4.7.

Los valores alcanzados por los tratamientos se ubican dentro de la clase descrita como medio.

**Cuadro 4.7.- efectos del distanciamiento entre surcos sobre la finura UAAAN-UL 2012**

Distancias	Micronaire	Descripción
75	3.89	Medio
50	4.15	Medio
35	4.36	Medio
Promedio	4.13	

Por no haber sido considerados en un principio para su evaluación no se consigna su valoración estadística sin embargo se plantea una descripción

cuantitativa y cualitativa de otros caracteres componentes de la fibra con la intención de abonar a su conocimiento.

#### **4.8.- Índice de Madurez (Mat)**

Este carácter es influenciado por las condiciones de crecimiento durante el desarrollo de la fibra de algodón y su valor varía dentro de la misma planta, de un área de crecimiento a otra y de una temporada a otra. Los valores promedio obtenidos por los tres distanciamientos comparados resultaron ligeramente inmaduros. Cuadro 4.8.

#### **4.9.- Índice de Uniformidad (UI)**

Valor que indica la uniformidad con que la longitud de la fibra se distribuye en el Fibrograma y se obtiene mediante la relación de la Longitud Media con la Longitud Media de la Mitad Superior. Sus valores se expresan en porcentaje. Los valores promediados por los tres distanciamientos corresponden a la clase Media. Cuadro 4.8.

##### **4.9.1.- Índice de Fibra Corta (SFI)**

Es un indicador de la cantidad de fibras (%) que se encuentran debajo de cierta longitud que se halla ubicada entre 12.7-16.5 milímetros. El valor menor para

este carácter correspondió al tratamiento de surcado a 35 centímetros descrito como Bajo. Cuadro 4.8.

#### 4.9.2.- Elongación (Elg)

Es una medición del comportamiento elástico de las fibras en un mechón. Los valores alcanzados por los tres distanciamientos probados se situaron en la clasificación de elongación alta. Cuadro 4.8.

**Cuadro 4.8.-Efecto de tres distanciamientos entre surcos sobre diferentes caracteres de la fibra del algodónero.UAAAN.UL.2012.**

<b>Distancia</b>	<b>Índice de Madurez</b>	<b>Descripción</b>	<b>Índice de Uniformidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fibra Corta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Elongación</b>	<b>Descripción</b>
75	0.84	Inmaduro	82.5	Maduro	11.2	Medio	7.2	Alto
50	0.84	Inmaduro	81.8	Maduro	11.5	Medio	7.1	Alto
35	0.85	Inmaduro	82.7	Maduro	9.1	Bajo	7.6	Alto
Promedio	0.84		82.3		10.6		7.3	

## V. CONCLUSION

Debido a la ocurrencia de un fenómeno atmosférico como lo fue la granizada, aunada con la infección de viruela que afectaron las densidades poblacionales planeadas, la información preliminar que aquí se consigna debe tomarse con reserva.

### Recomendaciones

Por la razón anterior y en base a las tendencias encontradas en este estudio y en lo reportado en la literatura en otras regiones y por diferentes autores es necesario seguir evaluando estos factores en sucesivos años, localidades, tipos de suelos, etc., y sobre todo visualizar la maquinaria agrícola que será demandada. Igual observación tendrá que abordarse para el manejo de agua, fertilizantes, manejo de plagas y malezas, entre otros.

## VI. LITERATURA CITADA

- Aguirre, S. O. 1981. Guía climática de la Comarca Lagunera. Publicación Especial, CIAN CELALA-INIA-SARH.
- Anderson, K. L. 1973. "Effects of nitrogen rate, method of application, leaf type and row width on certain characteristics of cotton," Ph. D. Dissertation Mississippi State University, Mississippi State, Mississippi.
- Andrade, F., Sadras, V. 2000. Bases para el manejo de maíz, girasol y soja. Unidad integrada FCA- ANTA Balcarce. Advanta semillas. Editorial Médica Panamericana S.A. 443 p.
- Andrade, F., Uhart, S.A. and Frugone, M. I. 1993. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize: shade vs. plant density affects. Crop Science, 33:482-485.
- Brown, A. B. 1996. Evaluación económica de BASF. Gráficas de campo. Departamento de agricultura y recursos económicos. Universidad del estado de Carolina del Norte.
- Cawley, N., 1998. Evaluación del algodón en surcos ultra estrechos en Carolina del Norte. Departamento de la ciencia de la tierra en la Universidad del estado de Carolina del Norte.
- Cawley, N. K. Edminsten, R. W. and Stewart A. 2002. Cotton physiology conference. Proc. Belt wide Cotton Conf., Atlanta GA, 8-12. Natl. Cotton Counc., Memphis TN.
- Díaz, C. I. 2002. Respuesta a la fertilización nitrogenada de nuevas variedades de algodón: Rendimiento, Componentes de rendimiento y calidad de fibra.
- Farías, F. J. M. 1980. Producción de forrajes en la Comarca Lagunera: El agua como factor limitante. En: Seminarios técnicos. Vol. 5 Núm. 26. CIAN-CELALA-INIA-SARH.
- Gardner, B. R., Pearce, R. B. y Michell, R. L. 1985. Physiology of crops plants. Iowa State University Press. USA.

- Gaytán, M. A., Palomo, G.A., Godoy, A.S. 2001. Eficiencia en la producción y distribución de biomasa en variedades precoces de algodón. *Fitotecnia Mexicana* 24:197.
- Gerick, T. J. R. G. Lemon, K L Faver, T A. Hoelewyn, M Jungman (1998) Performance of ultra-narrow row cotton in Central Texas. In: Proc. Beltwide Cotton Conference. P Dugger, D Richter (Eds). San Diego, CA. 5-9 Jan. 1998. Natl. Cotton Council, Memphis, TN.pp: 1406-1409.
- Miralles, D. 2004. Aspectos de la Ecofisiología aplicados al manejo de cultivos. UBA-CONICET. Buenos Aires Argentina.
- 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.
- Palomo, G. A., Gaytán. M.A., y Godoy, Á.S. 2003. Rendimiento, componentes del rendimiento y calidad de fibra del algodón en relación con la dosis de nitrógeno y la densidad poblacional. *Revista Fitotecnia Mexicana* 26(3): 167-171.
- Perkins, W. R. 1998. Three year overview of UNRC vs. conventional cotton. p. 91.in: Paul Dugger, Debbie Ritcher (ed.) Cotton physiology conference. Proc. Belt wide Cotton Conf., San Diego, CA 5-9 Jan. Natl. Cotton Council. Memphis TN.
- Prince, W. B. J. A Landivar and Livingston, C. W. 2002. Growth, lint yield and Fiber quality as affected by 15 and 30- inch row spacing and PIX rates. p. 1481. Cotton Physiology Conference. Proc. Beltwide Cotton Conf. Atlanta GA, 8-12 Jan. 2002. Natl. Cotton Council, Memphis TN.
- Quiñones, R. E. 1988. Función de producción de maíz forrajero usando láminas y frecuencias de riego. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. Torreón, Coah., México.
- Robles, S. R. 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Primera edición. Editorial Limusa. México D.F. pp. 170-176.

Villar, P. A. J. 1996. Conceptos básicos de Ecofisiología de cultivos. EEA INTA Oliveros-Santa Fé. Argentina. *Appl. Eng. Agric.* 17:583-589.

Willey, R.W., and Health, S.B. 1969. The quantitative relationship between plant population and crop. *Advances in Agronomy*, 21:291-321.