

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



Componentes de Rendimiento y Arreglos Topológicos en Híbridos Comerciales de Maíz

Por:

JAVIER RODRÍGUEZ CASTAÑEDA.

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón, Coahuila, México

Marzo de 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Componentes de rendimiento y arreglos topológicos en híbridos comerciales de maíz

Por:

JAVIER RODRÍGUEZ CASTAÑEDA

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

Aprobada por:


Dra. Oralia Antuna Grijalva
Presidente


Dr. Armando Espinoza Banda
Vocal


M.C. José Luis Coyac Rodríguez
Vocal


Dr. Jorge Quiroz Mercado
Vocal Suplente


Dr. Isaías De La Cruz Álvarez
Coordinador Interino de la División De Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Marzo de 2020

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO



**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Componentes de rendimiento y arreglos topológicos en híbridos comerciales de maíz

Por:

JAVIER RODRÍGUEZ CASTAÑEDA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dra. Oralia Antuna Grijalva
Asesor Principal


Dr. Armando Espinoza Banda
Coasesor


M.C. José Luis Coyac Rodríguez
Coasesor


Dr. Isaías De La Cruz Álvarez
Coordinador Interino de la División De Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Marzo de 2020

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO



**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

AGRADECIMIENTOS

A mi ALMA MATER la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO UNIDAD LAGUNA** por abrirme las puertas y así poder formar parte de ella, así como también poder también concluir con mi sueño de ser **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A la **DRA. Oralia Antuna Grijalva** por haberme brindado su conocimiento, consejos, orientación y sobre todo haberme tenido paciencia. Le agradezco todo lo que aportó, fue un privilegio haber sido parte de su equipo de trabajo.

Al **DR. Armando Espinoza Banda** por sus grandes conocimientos que me ha transmitido y su disposición de apoyarme para ser posible este trabajo.

Al **M.C. José Luis Coyac Rodríguez** por transmitirme un poco de sus conocimientos y su paciencia para poder finalizar este trabajo.

Al **DR. Jorge Quiroz Mercado** por ser parte de mis asesores y poder finalizar con mi trabajo de investigación.

MUCHAS GRACIAS POR TODO.....

DEDICATORIAS

Primero quiero dar gracias a Dios por haberme dado salud a mí y a mi familia, y así haber podido terminar mi sueño de ser **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A mis señores padres el **Sr. ROBERTO RODRÍGUEZ PALACIOS** y la **Sra. CLAUDIA CASTAÑEDA SALAZAR**, por a verme dado la vida y la dicha de ser su hijo por haberme enseñado los valores de la vida, para poder ser una mejor persona, por apoyarme a que concluyera con mis estudios, por enseñarme a trabajar honradamente, gracias a ellos ahora estoy logrando mi sueño de ser **INGENIERO AGRÓNOMO** gracias por nunca dejarme caer y estar en las buenas y en las malas conmigo.

A mi esposa la **Sra. LIZETH RODRÍGUEZ ACUÑA** por apoyarme en mis decisiones y por ser uno de mis motivos en salir adelante por darles algo mejor en la vida, por levantarme día a día y ser una persona responsable y poder finalizar con mi gran sueño y darme consejos de vida.

A mis hijos **RENATA RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ** y **ROBERTO RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ** (f) por ser mis motores de día a día para levantarme y cumplir mi sueño y poder darles y enseñarles algo en la vida.

A mis hermanos **MELINA RODRÍGUEZ CASTAÑEDA** y **OSIEL RODRÍGUEZ CASTAÑEDA** por haberme brindado su mano y su apoyo incondicionalmente y darme consejos para que así lograra mi sueño por enseñarme a luchar por lo que uno anhela y nunca darse por vencido.

MUCHAS GRACIAS POR SU APOYO.....

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la relación de surcos estrechos en la producción de grano. El experimento se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro U.L. Como material genético se utilizaron tres híbridos comerciales de maíz. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con un arreglo factorial 3 x 3; para el factor A se colocaron los tres híbridos de maíz, el factor B fueron los tres distanciamientos entre surcos y el factor C repeticiones. Las variables evaluadas fueron rendimiento de grano (RG), longitud de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM), número de hileras por mazorca (NHM), número de granos por hilera (NGN). Los resultados encontrados en los híbridos presentaron un comportamiento similar en todas las variables evaluadas por lo cual se puede asumir que los arreglos topológicos no afecto el desarrollo de la planta.

Palabras claves: *Zea Mays* L., Híbridos, Surco convencional, Surcos estrechos, Componentes de rendimiento

Contenido

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
I.INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo.....	2
1.2 Hipótesis.....	2
II.REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Importancia del maíz en la Comarca Lagunera.....	3
2.2 Densidad vegetal y rendimiento	3
2.3.- Densidad de plantas.....	4
2.4 Arreglos topológicos.....	6
2.5.- Investigaciones de maíz forrajero en surcos estrechos	6
III. MATERIALES Y MÉTODOS	9
3.1.- Localización geográfica.....	9
3.2.- Localización del área experimental.....	9
3.3.- Material genético	9
3.4.- Siembra.....	10
3.5.-Diseño experimental.	10
3.6.-Manejo agronómico del lote experimental.....	11
3.7.-Aclareo de plantas.....	11
3.8.-Riego.....	11
3.9.-Fertilización.....	11
3.10.-Control de maleza.....	12
3.11.- Control de plagas.....	12
3.12 Variables evaluadas	13
3.12.1 Rendimiento de grano (RG).....	13
3.12.2 Constante de la Superficie cosechada (CSC):	13
3.12.3 Longitud de mazorca (LM)	13
3.12.4 Diámetro de mazorca (DM).....	14
3.12.5 Número de hileras por mazorca (NHM).....	14
3.12.6 Número de granos por hilera (NGH).....	14
3.12.7 Análisis estadístico.....	14

IV. RESULTADOS Y DISCUSION	15
I. CONCLUSIONES	19
IV BIBLIOGRAFÍA	20

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Descripción del material genético utilizado.....	10
Cuadro 2 Número de riegos aplicados en el lote experimental.....	11
Cuadro 3 Fertilización aplicada en el experimento	12
Cuadro 4 Control químico de plagas.....	12
Cuadro 5 Análisis de varianza de tres híbridos de maíz establecidos en arreglos topológicos.....	15
Cuadro 6 Comparación de medias de componentes de rendimiento de tres híbridos de maíz establecidos en arreglos topológicos	18

I.INTRODUCCIÓN

A través del tiempo los agricultores, al igual que los investigadores, han buscado afanosamente elevar los niveles de producción y de calidad de los diferentes cultivos con que trabajan. Dentro de esta corriente de investigación llama la atención el aprovechamiento de los recursos superficie-planta, o lo que genéricamente se ha dado por llamar arreglo topológico; así pues, diferentes autores buscan en una tarea permanente, aumentar el rendimiento y mejorar el aprovechamiento del terreno (Zanabria, 2015) .

En la región Lagunera, la industria lechera demanda incrementar el rendimiento de maíz sin disminuir su calidad. Una alternativa de manejo agronómico para atenderla es la siembra en surcos estrechos, con un distanciamiento menor al convencional (76 cm). Esta práctica permite incrementar el rendimiento de materia seca por unidad de superficie debido, principalmente, a una mayor intercepción de radiación solar durante el ciclo de crecimiento (Barbieri *et al.*, 2000). En la medida en que se reduce la distancia entre surcos e incrementa la distancia entre plantas se mantiene constante la densidad de plantación y es posible incrementar de 7 a 20% el rendimiento de grano (Barbieri *et al.*, 2000) y de 4 a 19% el rendimiento de materia seca (Bullock *et al.*, 1988; Cox *et al.*, 1998; Cox y Cherney, 2001). El mayor rendimiento de la siembra en surcos estrechos ha sido relacionado con un incremento en el índice de área foliar y la eficiencia de intercepción de radiación solar por unidad de área foliar (Bullock *et al.*, 1988). La mayor cantidad y más temprana intercepción de radiación solar que se obtiene con la siembra de maíz en

surcos estrechos, incrementa la tasa de crecimiento respecto a la siembra en surcos convencionales, lo cual se traduce en aumento en peso de tallo y hojas (Husch y Miller, 1993); sin que esta práctica reduzca el índice de cosecha (Cox y Cherney, 2001).

La presente investigación tiene como objetivo estudiar la relación de surcos estrechos en la producción de grano. .

1.1 Objetivo

Evaluar la relación de surcos estrechos en la producción de grano.

1.2 Hipótesis

Ho: al menos uno de los diferentes distanciamientos de siembra menor al convencional no incrementa producción de grano

Ha: el distanciamiento menor al convencional incrementa la producción de grano

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El maíz (*Zea mays L.*) es una planta originaria de México, es uno de los cereales más utilizados para consumo humano y animal (Reta et al., 2007). El cual ha sido utilizada como forraje para alimentación de ganado en diferentes formas, tales como rastrojo, grano y ensilaje (Jurado et al., 2014).

2.1 Importancia del maíz en la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera tiene una alta demanda de forraje de calidad ya que tiene una producción de 2, 463,461 (miles de litros) de leche de bovino (SIAP, 2016), es por eso que el ensilado de maíz por su alto contenido energético es un componente importante en las raciones que se suministran al ganado bovino lechero (Reta et al., 2007).

La producción de maíz para forraje es la base de la alimentación de ganado lechero, además presenta una serie de factores que se deben tomar en cuenta para su producción de una manera rentable y sustentable (Jurado et al., 2014).

2.2 Densidad vegetal y rendimiento

Fagaria y Balagar (1997) indican que la densidad de siembra es un factor importante que afecta el rendimiento de los cultivos, el rendimiento biológico se incrementa con la densidad hasta un valor máximo, determinado por algún factor

ambiental y a densidades mayores tiende a mantenerse constante siempre que no intervengan factores ajenos como el acame. El rendimiento de grano se incrementa hasta un valor máximo pero declina al incrementar aún más la densidad. La densidad óptima de siembra debe ser determinada para cada cultivo bajo cada agroecosistema, con el fin de obtener rendimientos máximos. Este parámetro tiene importancia especial porque normalmente implica costos muy pequeños para los agricultores que adoptan densidades apropiadas de plantas. Básicamente el concepto de densidad está asociado al de ocupación del espacio disponible para crecer, así puede decirse densidad normal, sobre densos y sub densos. Para determinar con objetividad el nivel de ocupación del espacio es necesario establecer mediciones y construir índices. Casi todo ello se relaciona con la cantidad de árboles o plantas, su tamaño y la distribución espacial que estos tengan (Husch, Miller, y Beers, 1993)

2.3.- Densidad de plantas

El uso de altas densidades de población en maíz se traduce en un mejor uso del terreno (Reta *et al.*, 2007) que en conjunto de una área foliar grande permiten al productor aumentar el rendimiento del cultivo por unidad de superficie; debido a que la radiación fotosintética mente activa, ubicada en longitudes de onda de 400 a 700 mm al llegar el follaje es mejor aprovechada por el cultivo (Roca 2019).

Se recomienda el empleo de híbridos de doble propósito, productores de grano y forraje, siempre y cuando se utilicé prácticas de manejo similares. Así, las

densidades de siembra recomendada para maíz varían según el objetivo, que puede ser grano, forraje o ambos. Por lo que recomendable para maíz de forraje una densidad de población óptima de 98 800 plantas por hectárea, argumentando que la biomasa de genotipo, fertilidad y manejo agronómico del cultivo (Cuomo *et al.*, 1998).

La densidad de plantas óptima para producción de grano es menor que la densidad de plantas para producción de forraje. La importancia de esta relación radica en el efecto que la proporción de grano tiene calidad nutricional de maíz forrajero (Núñez, 2006). Al aumentar la densidad de plantas por hectárea la competencia entre plantas afecta la emergencia de estigmas, la polinización, la formación de número de granos e incrementa las mazorcas estériles (Sánchez *et al.*, 2003)

A mayor densidad de plantas, el rendimiento de grano es afectado primero por la disminución del número de granos por mazorca, posteriormente por el número de granos por hilera, después son afectados el número de mazorca por plantas y número de hileras por mazorca, mientras que el peso medio de grano tiende a mantenerse relativamente estable. Además, se reduce el índice de cosecha a la proporción de grano en la materia seca total. Sin embargo, los híbridos desarrollados recientemente son más tolerantes a aumentos en la densidad de planta (Scaramuzza *et al.*, 2013).

Los híbridos con hojas erectas pueden producir mayores rendimientos que híbridos con hojas extendidas, a la vez que se puede sembrar en densidades de plantas mal altas. Los híbridos de maíz con menos altura de planta, también

augmentar la densidad de plantas sin afectar el contenido de grano en la materia seca total (Espinoza, 1999).

2.4 Arreglos topológicos

El término topología se refiere al análisis *situs* o análisis de posición. La palabra "topos" proviene del griego y significa "lugar". La topología es una rama muy importante de las matemáticas. Estudia aquellas propiedades de los objetos geométricos que tienen que ver con la "proximidad", número de agujeros y la "posición relativa" entre puntos. El arreglo topológico en la siembra se define como la distribución de las plantas en la superficie sembrada, cantidad y disposición de las mismas en un terreno (<http://www.cultivopapaya.org/arreglos-topologicos/>). En el caso de la agricultura, los arreglos topológicos se refieren a la distribución de las plantas en un área determinada, especialmente considerando los anchos de surcos y las distancias entre plantas. También se dice que el arreglo topológico es la forma o el orden en la que se posicionan las plantas en una superficie de terreno (Zanabria, 2015).

2.5.- Investigaciones de maíz forrajero en surcos estrechos

En la región la industria lechera demanda incrementar el rendimiento de maíz forrajero sin disminuir su calidad. Una alternativa de manejo agronómico para atenderla es la siembra en surcos estrechos, con un distanciamiento menor al

convencional de 76 cm (Reta *et al.*, 2007) esto incrementa el rendimiento de materia seca y la eficiencia en la utilización del nitrógeno en la producción de maíz . Por lo tanto, este componente es importante para considerar en la producción de maíz forrajero (Gregorio, 2006).

Esta práctica permite incrementar el rendimiento de materia seca por unidad de superficie debido, principalmente, a una mayor intercepción de radiación solar durante el ciclo de crecimiento (Barbieri *et al.*, 2000). En la medida en que se reduce la distancia entre surcos e incrementa la distancia entre plantas se mantiene constante la densidad de plantación y es posible incrementar de 7 a 20% el rendimiento de grano (Barbieri *et al.*, 2000) y de 4 a 19% el rendimiento de materia seca (Bullock *et al.*, 1988; Cox *et al.*, 1998; Cox y Cherney, 2001).

El mayor rendimiento de la siembra en surcos estrechos ha sido relacionado con un incremento en el índice de área foliar y la eficiencia de intercepción de radiación solar por unidad de área foliar (Bullock *et al.*, 1988).

La mayor cantidad y más temprana intercepción de radiación solar que se obtiene con la siembra de maíz en surcos estrechos, incrementa la tasa de crecimiento respecto a la siembra en surcos convencionales, lo cual se traduce en aumento en peso de tallo y hojas (Husch y Beers, 1993); sin que esta práctica reduzca el índice de cosecha (Cox y Cherney, 2001).

Al disminuir la distancia entre surcos o aumentar la densidad de plantas se eleva el rendimiento de forraje verde o grano de maíz (Barbieri *et al.*, 2000; Cox y Cherney, 2001)

Los arreglos topológicos con surcos angostos respecto a surcos convencionales (0.76 m), permite incrementar el rendimiento al disminuir la competencia por luz, agua y nutrimentos entre plantas dentro del surco (Bullock *et al.*, 1988; Barbieri *et al.*, 2000; Reta *et al.*, 2007).

El nivel de respuesta del maíz a la disminución de la distancia entre surcos puede variar de acuerdo a las condiciones ambientales (Barbieri *et al.*, 2000; Reta *et al.*, 2006) y a la adaptabilidad de los genotipos (Reta *et al.*, 2006).

Para acortar la distancia entre surcos en maíz, se pueden usar surcos estrechos con distancias menores a la tradicional de 0.76 m, o bien surcos anchos sembrados con doble hilera de plantas (Reta *et al.*, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.- Localización geográfica.

La Comarca Lagunera se encuentra localizada en la porción suroeste del estado de Coahuila y al Noroeste del estado de Durango, entre los paralelos 26°51'00" y 24°22'48" de latitud norte y los meridianos 101°51'36" y 104°48'36" al oeste de Greenwich. Abarca cinco municipios en el estado de Coahuila y diez en el estado de Durango. El clima es muy seco con deficiencias de lluvia en todas las estaciones del año y presenta temperaturas semicálidas con inviernos benignos (Santamaría *et al.*, 2006).

3.2.- Localización del área experimental.

El experimento se realizó en el ciclo Primavera-Verano del año 2017, en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. Se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas 103°25'57" de longitud oeste del Meridiano de Greenwich y 25°31'11" de latitud norte, con una altura de 1,123 msnm (Díaz, 2015).

3.3.- Material genético

Se utilizaron tres híbridos comerciales, dos de ellos provenientes de la empresa Versa y uno de Monsanto los cuales se describen a continuación:

Cuadro 1 Descripción del material genético utilizado

Híbrido	Compañía	Ciclo Vegetativo	Alturas		Días a Floración
			Planta (cm)	Mazorca (cm)	
CRM 52	Monsanto	intermedio precoz	260-295	140-150	70-75
R5-8520 triple	Versa	intermedio	250-280	120-130	62-74
8510 simple	Versa	intermedio	245-290	140-160	75

3.4.- Siembra

La siembra se realizó el 01 de abril del 2017 en seco, manualmente depositando dos semillas por punto de siembra.

3.5.-Diseño experimental.

El diseño experimental fue un diseño de bloques al azar con un arreglo factorial 3 x 3; para el factor A se colocaron los tres híbridos de maíz descritas anteriormente, el factor B fueron los tres distanciamientos entre surcos y el factor C repeticiones. La parcela experimental consistió en 2 surcos de 5 metros de longitud a 0.75 m, 0.60 y 0.40 m entre surco y surco, con una distancia variable entre planta y planta, en el de 0.75 m tiene una distancia 11 cm, los de 0.60 m su distancia es 14 cm y en los de 0.40 m su distancia es de 21 cm, dependiendo de la distancia entre surco y surco para así obtener una densidad de 120 000 plantas por ha.

3.6.-Manejo agronómico del lote experimental.

La preparación del terreno se llevó a cabo el 29 de marzo de 2017. Consistió en la realización de un barbecho, rastra, nivelación, y trazos de surcos.

3.7.-Aclareo de plantas.

El aclareo de plantas se realizó a los 20 días después de la siembra, dejando una sola planta por golpe.

3.8.-Riego

El riego se realizó de acuerdo a las exigencias del cultivo.

Cuadro 2 Número de riegos aplicados en el lote experimental

Riego	Fecha
1	04-Abr-17
2	10-Abr-17
3	12-Abr-17
4	21-Abr-17
5	27-Abr-17
6	31-Mayo-17
7	04- Jun-17
8	09-Jun-17

3.9.-Fertilización

El fertilizante se aplicó por el sistema de riego utilizando un Venturi como medio de inyección.

Cuadro 3 Fertilización aplicada en el experimento

Fertilizante	Fecha	Dosis
Sulfato de potasio	20-abril-17	100 Unidades
Urea	03-Junio-17	180 Unidades

3.10.-Control de maleza

Se aplicó un herbicida preemergente “HARNESS” (*Acetocloro: 2-cloro-N-etoximetil*) Dosis 2.0 Lha⁻¹.

Después se están elaborando labores culturales manualmente para eliminar la maleza que se encuentre en el cultivo.

3.11.- Control de plagas.

Las plagas se monitorearon constantemente para saber si sobrepasaban el umbral económico para ello se aplicaron los siguientes insecticidas para las plagas correspondientes.

Cuadro 4 Control químico de plagas

Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis (L ha ⁻¹)	Plaga	Fecha de aplicación
Lorban 480 EM	Clorpirifos etil 44.50%	0.5 a 0.75	<i>Spodoptera frugiperda</i>	10 de abril 17
Lorban 480 EM	Clorpirifos etil 44.50%	0.5 a 0.75	<i>Spodoptera frugiperda</i>	15 de abril 17
Lorban 480 EM	Clorpirifos etil 44.50%	0.5 a 0.75	<i>Spodoptera frugiperda</i>	20 de abril 17

3.12 Variables evaluadas

3.12.1 Rendimiento de grano (RG)

Se cosecharon 3 metros de la parcela experimental se midió el contenido de humedad, se pesó, posteriormente el rendimiento se determinó con la siguiente fórmula.

$$RG*PG*CSC*\frac{FH}{100}$$

donde: RG rendimiento de grano, PG: peso de grano, CSC: constante de la superficie cosechada y FH: factor de humedad.

3.12.2 Constante de la Superficie cosechada (CSC):

La superficie cosechada fue determinada con la siguiente fórmula:

SC: número de surcos* largo de surco cosechado* ancho de surco cosechado.

donde: SC: superficie cosechada.

3.12.3 Longitud de mazorca (LM)

Esta variable se midió con una regla de 30 cm, tomando la distancia desde la base hasta el ápice de la.

3.12.4 Diámetro de mazorca (DM)

Con ayuda de un vernier se midió la parte media de 3 mazorcas y se expreso en centímetros.

3.12.5 Número de hileras por mazorca (NHM)

Tomando de muestra 3 mazorcas al azar, se contabilizaron las hileras una por una.

3.12.6 Número de granos por hilera (NGH)

Se tomaron 3 mazorcas al azar, y de las mismas se contabilizaron tres hileras de cada una.

3.12.7 Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza de acuerdo al diseño experimental utilizado en el lote donde se estableció la investigación. Se realizó la comparación de medias mediante diferencias mínimas significativas (DMS) con un nivel de significancia de 0.05.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los análisis de varianza para las diferentes variables permitieron detectar (Cuadro 5) para número de granos por hilera (NGH) diferencias estadísticas al 0.05 y al 0.01 de probabilidad en la fuente de variación de Distanciamiento. En rendimientos de grano (RG), longitud de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM), número de hileras en la mazorca (NHM) y número de granos por hilera (NGH) no se presentaron diferencias significativas entre los híbridos, tampoco en la interacción de Híb*Dist. Los valores de los coeficientes de variación (CV) oscilaron de 36.88% a 5.13%. En las variables de longitud de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM), número de granos en la mazorca (NHM) y número de granos por hilera (NGH) se consideran aceptables para un cultivo de maíz (Zamudio *et. al.*, 2015).

Cuadro 5 Análisis de varianza de tres híbridos de maíz establecidos en arreglos topológicos.

FV	gl	RG	LM	DM	NHM	NGH
Repeticiones	2	2576024.91ns	3.04ns	3.38ns	0.10ns	19.00ns
Distancia	2	18416104.26ns	7.73ns	17.57ns	1.06ns	66.03*
Híbridos	2	5625514.32ns	2.39ns	0.87ns	1.41ns	17.81ns
Híb*Dist	4	2063020.28ns	0.33ns	8.65ns	1.13ns	1.14ns
Error	16	7323330.2	2.85ns	5.65	2.14	18.19
Total	26					
C.V. (%)		36.88	11.44	5.13	10.00	12.95

*, ** probabilidad al 0.05 y al 0.005, Rendimiento de grano (RG), Longitud de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM), número de hileras en la mazorca (NHM) y número de granos por hilera (NGH).

En el Cuadro 6 se presentan la comparación del promedio de cada una de las variables evaluadas.

En promedio de híbridos y en distanciamiento el rendimiento de grano (RG) no se presentó diferencia estadística ($P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$). La mayor producción de grano fue en el híbrido 1 con 8.00 t ha^{-1} y en el híbridos 2 con 7.53 t ha^{-1} . La mayor producción de grano fue en el distanciamiento de 0.60 m (8.70 t ha^{-1}) y 0.75 m (7.45 t ha^{-1}). Debido a que los híbridos y los distanciamientos de siembre no se presentaron diferencias significativa, se podría asumir tal vez que estos genotipos pueden ser sembrados tanto en surco convencional como en surco estrechos. (Zanabria, 2015)

Los híbridos 2 y 3 produjeron las mazorcas más largas con 14.04 cm y 15.37 cm respectivamente, superando a la media general. En el distanciamiento de 0.60 m y 0.75 la mayor longitud de mazorca (LM) fue de 15.23 cm y 15.39 cm .

El diámetro de mazorca (DM) oscilo de 4.62 cm a 4.68 cm en los híbridos evaluados, donde el híbrido 2 (4.66 cm) y el 3 (4.68) superaron a la media general.

El mayor promedio de diámetro de mazorca fue en el distanciamiento de 0.60 m con 4.78 cm seguido del distanciamiento convencional de 0.75 m con 4.59 cm de diámetro de mazorca (DM).

Los resultados encontrados en diámetro de mazorca (DM) señalan que no existen diferencias estadísticas en los híbridos ni en los diferentes arreglos de siembra. Lo anterior indica que no se vio afectado el desarrollo de la mazorca.

Estos resultados coinciden con Celiz (1996) y Pastora (1996) quienes en una siembra de maíz y frijol en asocio y monocultivo no encontraron diferencias estadísticas para esta variable entre arreglos de siembra evaluados.

El mayor número de hileras por mazorca (NHM) fue en el híbrido 2 (15.11), en la distribución de surcos la mayor respuesta fue en los surcos de 0.60 m con 14.88 hileras por mazorca.

La comparación de promedios indica un comportamiento similar entre genotipos y distanciamiento en esta variable, coincidiendo esto resultados con los presentados por Orozco (1996); Pastora; Celiz y Duarte (1996) y Espinoza (1999) donde no encontraron diferencias estadísticas para esta variable entre diferentes arreglos de siembra.

Para el número de granos por hilera (GH) la separación de medias, no señala diferencia significativa, manifestando que el arreglo de siembra no influye en esta variable. Lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Pastora (1996) y Espinoza (1999).

Jungenheimer (1981) señala que el número de granos en la mazorca esta determinado por la longitud y el número de hieras por mazorca.

El híbrido 1 y 3 superaron a la media general con 33.18 y 34.14 número de granos por hilera (NGH). En el distanciamiento de siembra 0.60 m y 0.75 m con valores de NGH de 33.96 y 34.96 respectivamente superaron a la media general.

Cuadro 6 Comparación de medias de componentes de rendimiento de tres híbridos de maíz establecidos en arreglos topológicos

Híbridos	RG	LM	DM	NHM	NGH
1	8.00a	14.56a	4.62a	14.40a	33.18a
2	6.46a	14.04a	4.66a	15.11a	31.04a
3	7.53a	15.37a	4.68a	14.40a	34.18a
Media	7.33	14.78	4.62	14.65a	32.92
DMS	3.29	2.05	2.89	1.78	5.18
Distancia	RG	LM	DM	NHM	NGH
0.40	5.85a	13.71a	4.50a	14.25a	29.85a
0.60	8.70a	15.23a	4.78a	14.88a	33.96a
0.75	7.45a	15.39a	4.59a	14.81a	34.96a
Media	7.33	14.67	4.62	14.67	32.92
DMS	3.29	2.05	2.89	1.78	4.29

Rendimiento de grano (RG), Longitud de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM), número de hileras en la mazorca (NHM) y número de granos por hilera (NGH).

I. CONCLUSIONES

- Los híbridos y los distanciamientos de siembre no presento diferencias significativas en rendimiento de grano, se podría asumir tal vez que estos genotipos pueden ser sembrados tanto en surco convencional como en surco estrechos.
- Los resultados encontrados en los híbridos presentaron un comportamiento similar en todas las variables evaluadas por lo cual se puede asumir que los arreglos topológicos no afecto el desarrollo de la planta.

IV BIBLIOGRAFÍA

- Barbieri, P. A., Rozas, H. N. R. S., Andrade, F. H., & Echeverria, H. N. E. (2000). Row spacing effects at different levels of nitrogen availability in maize. *Agronomy Journal*, 92(2), 283-288.
- Bullock, D. G., Nielsen, R. L., & Nyquist, W. E. (1988). A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. *Crop Science*, 28(2), 254-258.
- Celiz Granera, F. A., & Duarte Canales, R. D. J. (1996). *Efecto de arreglos topológicos (doble surco) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.) como cultivo principal, en asocio con leguminosas (Vigna unguiculata L. walp)* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Cuomo, G. J., Redfeam, D. D., & Blouin, D. C. (1998). Plant density effects on tropical corn forage mass, morphology, and nutritive value. *Agronomy Journal*, 90(1), 93-96.
- Cox, W. J., and D. J. R. Chermey. 2001. Row spacing, plant density effect on tropical corn forage mass, morphology, and nutritive value. *Agronomy Journal* 90-93-96.
- Cox, W. j.; Chermey, D. R. and Hanchar, J. J. 1998. Rowspacing, hybrid, and plant density effects on corn silage yield and quality. *J. Prod. Agric.* 11:128-134.
- Di Marco O 2011. Estimación de Forrajes (disponible [http: www.produccion-animal.com.ar/tabalas-compocision-alimentos/45-calidad.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/tabalas-compocision-alimentos/45-calidad.pdf)).
- Díaz Aguilar, r. d. j. (2015). Crecimiento y producción de chiles habanero (*capsicum chinense jacq*) bajo diferentes regímenes de riego y arreglo topográfico en la Comarca Lagunera.
- Espinoza j. 1999. Efecto de diferentes arreglos topológicos de maíz (*Zea mays L.*) y frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*), sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos dinámica de los principales insectos plagas, dinámica de las malezas, sobre las propiedades físicas y químicas del suelo.

Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 70 pp.

Fagaria, N.K.; Balagar, V. C. (1997). Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. Marcel Dekker, Inc. 2a ed. 624p.

Gregorio, N. H. (2006). Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional.

Husch, B, Miller, C. and Beers, T. (1993). Forest Mensuration. Krieger Publishing Company, Third Edition Malabar, Florida.

Jugenheimer R.M. 1981. Variedades mejoradas, método de control y producción de semillas. 228 pp.

Jurado Guerra, P., Lara Macías, C. R., & Saucedo Terán, R. A. (2014). Paquete tecnológico para la producción de maíz forrajero en Chihuahua.

Pastora R. 1996. Evaluación de los arreglos de siembra de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y maíz (*Zea mays* L.) en asocio y monocultivos, sobre la cenosis, crecimiento y rendimiento de los cultivos y uso equivalente de la tierra. Trabajo de diploma. UNA. Managua, Nicaragua. 43 pp.

Reta Sánchez, D. G., Cueto Wong, J. A., Gaytán Mascorro, A., & Santamaría Cesar, J. (2007). Rendimiento y extracción de nitrógeno, fósforo y potasio de maíz forrajero en surcos estrechos. *Agricultura técnica en México*, 33(2), 145-151.

Roca Mendoza, C. O. (2019). *Respuesta agronómica de tres híbridos de maíz sembrados a dos distancias en la parroquia La Esperanza del cantón Quevedo* (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ).

Sánchez, D. G. R., Mascorro, A. G., Amaya, J. S. C., & Wong, J. A. C. (2003). Influencia de métodos de siembra y densidades de población en la formación de granos en maíz. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 26(3), 147-152.

- Santamaría C. J, Jaime, R. P. R., Antonio, C. W. J., & David, R. S. (2006). Caracterización del medio físico en relación a cultivos forrajeros alternativos para la Comarca Lagunera.
- Scaramuzza, F., Méndez, A., Villaroel, D., Vélez, J. P., Murature, M., Bernasconi, H., & Camisassa, A. (2013). Impacto del sistema de corte por surco en siembra sobre el rendimiento y el margen bruto en maíz. *Curso Internacional de Agricultura de Precisión. 12. 2013 07 17-19, 17 al 19 de julio de 2013. Manfredi, Córdoba. AR.*
- Zamudio-González, B., Espinosa-Calderón, A., Tadeo-Robledo, M., Encastín-Dionicio, J. J., Martínez Rodríguez, J. N., Felix-Reyes, A. & Turrent Fernández, A. (2015). Producción de híbridos y variedades de maíz para grano en siembra a doble hilera. *Revista mexicana de ciencias agrícolas, 6(7), 1491-1505.*
- Zanabria Cruz, K. I. 2015. Efecto del arreglo topológico sobre el rendimiento de variedades de frijol arbustivo; Chimaltenango. Tesis de grado. Guatemala. 57 p.