

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS



**EVALUACIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA EN MAÍZ
(*Zea mays* L.) PARA PRODUCCIÓN DE GRANO EN LA
COMARCA LAGUNERA**

POR:

FRANCISCO JAVIER VELAZQUEZ QUIRINO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

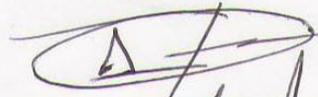
EVALUACIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA EN MAÍZ (*Zea mays L.*) PARA PRODUCCIÓN DE GRANO
EN LA COMARCA LAGUNERA

TESIS DEL C. Francisco Javier Velazquez Quirino ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ
PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADO COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

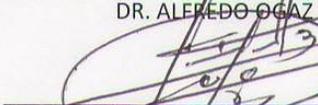
COMITÉ PARTICULAR:

ASESOR PRINCIPAL:



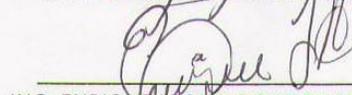
DR. ALFREDO OCAZ

ASESOR:



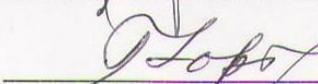
DR. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

ASESOR:



ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

ASESOR:



ING. RUBÉN LÓPEZ TOVAR



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



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México. Diciembre de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. Francisco Javier Velazquez Quirino SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

PRESIDENTE:

DR. ALFREDO OGAZ

VOCAL:

DR. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

VOCAL:

ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNANDEZ TORRES

VOCAL SUPLENTE:

ING. RUBÉN LÓPEZ TOVAR

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



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México. Diciembre de 2013

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por darme la vida, fortaleza y permitirme salir adelante.

A MI ALMA TERRA MATER

Por cobijarme y abrazarme en estos 4 años y medio que viví en tí por permitirme superarme por esos momentos de alegría y de tristeza por ser la escuela q tanto he querido muchas gracias.

Al Dr. Alfredo Ogaz.

Por su amistad, confianza y sobre todo por su paciencia. Muchas gracias doctor por ayudarme, guiarme y nunca dejarme solo en este último trabajo que dios la bendiga a usted y a su familia.

A MIS ASESORES

Por el valioso apoyo y tiempo recibido en el análisis de datos, revisión del documento y por compartir sus conocimientos para sacar adelante este proyecto de investigación.

A mis profesores

A todos aquellos buenos profesores que durante todo este camino estuvieron para orientarme y ayudarme a salir adelante muchas gracias.

A mis compañeros y amigos

A todos aquellos amigos incondicionales y compañeros que estuvieron siempre apoyándome en las buenas y en las malas también a aquellos amigos que se les trunco la carrera solo me queda decirles que nunca se rindan y que sigan adelante ánimo y muchas gracias.

A los técnicos: Osvaldo moreno, Juan Luis e Ing. Gerardo

Muchas gracias por ayudarme en mis prácticas profesionales ya que con su apoyo y confianza me enseñaron a agarrarle más amor a mi carrera y a luchar por las cosas siempre buscando sacar lo mejor de cada situación.

A los ingenieros: Maños y Homero Sánchez

Por sus consejos y apoyo en el mundo de la agronomía muchas gracias por la confianza y por permitirme acompañarlos ya que personas con tanta experiencia y dedicación como ustedes son las que necesitamos nosotros como modelo a seguir ya que son un gran ejemplo. que dios los cuide y los ayude a siempre seguir adelante.

DEDICATORIAS

A DIOS.

Por haberme permitido llegar hasta este punto por su ayuda y por nunca dejarme solo por que se que en todo momento estuvo con mígo.

A MIS PADRES

Javier Velázquez torres y María luisa Quirino Martínez con orgullo quiero dedicarles este logro ya que sin su apoyo, sin su cariño y consejos jamás hubiera llegado hasta donde estoy muchas gracias papas....tu papa porque eres mi modelo a seguir mi súper héroe y una gran persona y tu mama porque eres una persona tan dulce y apapachadora que sin tus consejos y sin tu cariño jamás hubiera llegado hasta aquí los amo.

A mí esposa

Hay Adelita a tí porque te amo y porque gracias a tu apoyo, motivación y a tus palabras he logrado un sueño, pero no la meta. Te amo mi amor y gracias a la necesidad de sacarte adelante a tí y a

mi familia he logrado esto sin tu ayuda jamás lo hubiera logrado muchas gracias Adelita.

A mi hija

Porque gracias ti mi bebe estoy donde estoy porque tú eres mi gasolina mis pilas mi razón de ser por que cuando estuve a punto de abandonar mi carrera me acordaba de ti y decía si puedo todo por ella, te amo chiquita tu eres mi razón de salir adelante.

A MIS HERMANAS Y HERMANO

Gracias a cada uno de ellos y gracias por existir los quiero mucho a ti blanca porque gracias a que te superaste me motivaste a seguir adelante a ustedes Juan y diana que por ser los más chiquitos me motiven a salir siempre a delante para poder ayudarlos en el futuro los quiero mucho.

A MIS SOBRINOS

Azul, juanita, esmeralda, mía y Bartolo por que con su sonrisa y con sus travesuras siempre nos alegran el día.

A mis suegros

Porque gracias a ellos aprendí a que todo lo puedes lograr paso a paso y que tu solo te puedes forjar tu propio futuro.

ESPECIAL DEDICACION A ROSA ISELA QUIRINO MARTÍNEZ

Este trabajo te lo dedica a tí tía que fuiste una guerrera una luchadora una persona de buenos sentimientos y un ejemplo a seguir para una madre soltera siempre con la ideología de que primero tu hijo que nadie...viniste a este mundo a enseñarnos muchas cosas a ser una buena persona y dejaste huella en nosotros y el pedacito que dejaste aquí recuerda que siempre te lo cuidaremos por que el es un motivo más para mí de superarme y sacarlo adelante y recuerda que las promesas nunca se olvidan te amamos y te extrañaremos pero el cariño que tu nos diste a nosotros se reflejara en el que nosotros le demos a tu hijo cuídate.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCION	1
1.1.	Objetivo	2
1.2.	Hipótesis	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	Importancia del maíz	3
2.2.	Taxonomía del maíz.....	4
2.3.	Morfología de la planta de maíz.....	5
2.3.1.	Raíz	5
2.3.2.	Tallo	5
2.3.3.	Hojas	6
2.3.4.	Inflorescencia	6
2.4.	Ciclo vegetativo del maíz	7
2.4.1.	Nacencia.....	7
2.4.2.	Crecimiento	7
2.4.3.	Floración	7
2.4.4.	Fructificación	8
2.4.5.	Maduración y secado	8
2.5.	Necesidades para el cultivo de maíz.....	9
2.6.	Necesidades hídricas del maíz.....	10
2.6.1.	Riegos.....	10
2.7.	Labores culturales.....	11
2.7.1.	Preparación del terreno	11
2.7.2.	Siembra	12
2.7.3.	Fertilización.....	12
2.7.4.	Aclareo	13
2.8.	Ciclo del maíz.....	13
2.9.	Control de malezas.....	14
2.10.	Antecedentes de investigación	14
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1.	Localización Del Sitio Experimental	20
3.2.	Preparación del terreno	20
3.3.	Cultivo a sembrar	20
3.4.	Siembra y fertilización.....	21
3.5.	Riegos.....	21
3.6.	Control de plagas y enfermedades	21
3.7.	Diseño experimental.....	22
3.8.	VARIABLES DE RESPUESTA EVALUADAS	22
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	24

ÍNDICE DE CUADROS Y GRAFICAS

Cuadro 1. Medias de variables de crecimiento de maíz bajo cinco densidades de población en la UAAAN UL. 2013	24
Cuadro 2. Cuadrados medios de crecimiento de variables de maíz bajo cinco densidades de población en la UAAAN UL. 2013	25
Cuadro 3. Comparación de medias de tratamiento de características de crecimiento de maíz bajo cinco densidades de población en la UAAAN UL. 2013	26
Grafica 1. Altura de planta. Media general 2.41	27
Grafica 2. Diámetro basal de la planta. Media general 1.37	28
Grafica 3. Numero de mazorcas por planta. Media general 0.86	29
Grafica 4. Diámetro polar de la mazorca. Media general 12.67	31
Grafica 5. Diámetro ecuatorial de la mazorca. Media general 4.42	32
Grafica 6. Peso de grano por mazorca. Media general 126.9	33
Grafica 7. Peso de mazorca por hectárea y peso de grano por hectárea. Media general 7971 kg para la variable peso de mazorca por hectárea y 6081.7 para peso de grano por hectárea	34

RESUMEN

La densidad de población en maíz es uno de los factores que frecuentemente modifica el productor para aumentar el rendimiento en maíz pero no siempre ocurren los resultados deseados ya que a densidades muy bajas hay problemas con malezas y provoca desperdicio de suelo mientras que al contrario a densidades altas comienza a haber competencia por luz, nutrientes, agua, lo que ocasiona en ocasiones plantas raquíticas mazorcas muy pequeñas y un rendimiento menor al esperado.

Por lo anterior mencionado el presente trabajo se enfoca a encontrar una densidad de población óptima para la comarca lagunera que nos brinde los mejores resultados, se utilizó un diseño en bloques completamente al azar con cinco tratamientos de población de plantas y tres repeticiones el primer tratamiento fue de una población de 50,000 plantas por ha. El segundo tratamiento fue de 60,000 plantas por ha. El tercer tratamiento fue de 70,000 plantas por ha. El cuarto tratamiento fue de 80,000 plantas por ha. Y el quinto tratamiento fue de 90,000 plantas por ha. Llevándose a cabo durante el ciclo Primavera-Verano 2013, en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna en Torreón, Coahuila, México.

Palabras clave: híbrido, rendimiento, grano, elementos nutritivos, Comarca Lagunera

I. INTRODUCCION

El Maíz (*Zea mays L.*) destaca de entre todos los demás cultivos al ser el cereal más producido en el mundo. En los últimos años la producción de este grano ha ido en aumento convirtiéndose en el grano más importante del planeta.

Para México el cultivo del maíz representa una gran fuente de ingresos, en los últimos diez años se han cultivado más de ocho millones de hectáreas, más de una cuarta parte de la superficie cultivable del país. Sin embargo la producción de este grano ha resultado insuficiente para las necesidades de la población, por esto se importan cerca de 9 millones de toneladas de maíz cada año (**gruposacsa.com.mx**).

La densidad de población, es considerada como el factor controlable más importante para obtener mayores rendimientos en los cultivos. En el maíz ejerce alta influencia sobre el rendimiento de grano y las características agronómicas, pues el rendimiento de grano se incrementa con la densidad de población, hasta llegar a un punto máximo y disminuye cuando la densidad se incrementa más allá de este punto (Sangoi, 2000).

La densidad de población es uno de los factores que frecuentemente modifica el productor para incrementar el rendimiento de grano, pero no siempre establece la densidad adecuada. Si el productor utiliza una densidad de población

mayor que la óptima, incrementa la competencia por luz, agua y nutrimentos, lo que ocasiona reducción en el volumen radical, número de mazorcas, cantidad y la calidad del grano por planta, (Maya, 2002). Por el contrario, las densidades de población bajas provocan problemas con maleza o de desperdicio de suelo (Njoka, 2005).

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de cinco densidades de población sobre el rendimiento de grano lo cual permitirá identificar la densidad ideal para obtener el mayor rendimiento de grano en la comarca lagunera.

1.1. Objetivo

El objetivo del presente trabajo es estudiar el efecto de cinco densidades de población en maíz, para determinar la densidad que maximice el rendimiento de grano del híbrido an-77-185 X cml- 506-41, en La Comarca Lagunera.

1.2. Hipótesis

La variación en la densidad de población en el cultivo de maíz an-77-185 X cml- 506-41 influirá en su producción obtenida.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia del maíz

La superficie destinada a la producción de maíz a nivel mundial ascendió a 159 millones de hectáreas para el año 2007, un 14 % mayor que en 1998. Estados Unidos representó el 22 % de la producción, seguido de China con 18 %, Brasil, India y México (5.1 %), abarcando estos países el 60 % del total, tendiendo a la alza en los últimos años (FAO, 2009).

De todos los cereales existentes, el maíz es el más importante del mundo, debido a que existe una tendencia creciente por la diversificación en su uso; ya que se utiliza para la alimentación humana y pecuaria (pollos y cerdos) así como uso industrial (producción de almidón, glucosa, dextrosa, fructosa, aceites, botanas, etanol, etc.), además como para la elaboración de bebidas alcohólicas y otros productos utilizados como materia prima en las industrias minera, textil, electrónica, etcétera (SAGARPA, 2007).

De acuerdo a la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura (FAO, 2009), se produjeron a nivel mundial 791.8 millones de toneladas de maíz en el año 2007, (12 % mayor a las del año anterior). La evolución de la producción ha sido positiva; de 1998 a 2002 la producción fue estable, y a partir del 2003 se presentaron incrementos, que se reflejaron en el

volumen cosechado (20 %). Éste se debió a la implementación de nuevas tecnologías que permitieron rendimientos mundiales mayores (1.4 %), ubicándose en 5 t ha⁻¹.

Durante el periodo de los años 1998-2007, los principales países productores de maíz fueron: Estados Unidos con 40 % del total, China con 20, Brasil 6, y México 3, continuando Argentina, Francia, India, Indonesia, Italia y Canadá (FAO, 2009).

2.2. Taxonomía del maíz

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: Zea

Especie: Zea mays

(www.wikipedia.org)

2.3. Morfología de la planta de maíz

La estructura de la planta de maíz está constituida por una raíz fibrosa y un tallo erecto de diversos tamaños de acuerdo al cultivo, con hojas lanceoladas, dispuestos y encajados en el tallo es una panoja que contiene la flor masculina, ya que la femenina se encuentra a un nivel inferior y es la que da origen a la mazorca. La planta puede alcanzar una altura de 2,50- 4 metros según el cultivo y las condiciones de explotación.

2.3.1. Raíz

El maíz es una gramínea anual. Las cuatro o cinco raíces que desarrollan inicialmente a partir de la semilla (raíces primarias) solo son funcionales durante los primeros estadios de desarrollo. Estas raíces se van degenerando y son sustituidas por otras secundarias o adventicias, que se producen a partir de los ocho o diez primeros nudos de la base del tallo.

2.3.2. Tallo

Los tallos o cañas de la planta del maíz lo forman una sucesión de nudos y entre nudos. Los primeros son zonas abultadas a partir de los cuales se produce la elongación de los entrenudos y se diferencian las hojas.

2.3.3. Hojas

Las hojas de la planta del maíz se disponen alternadamente en dos filas a lo largo del tallo. En cada una de ellas pueden distinguirse dos partes: la vaina y la lámina o limbo.

2.3.4. Inflorescencia

La planta del maíz produce flores unisexuales masculinas y femeninas, agrupadas en inflorescencias, en distintas partes de la planta.

La panícula o inflorescencia masculina se encuentra en la parte superior de la planta y lo forman un eje central y varias ramas laterales.

La mazorca o inflorescencia femenina que surge hacia la mitad del tallo, está protegida por un conjunto de hojas especiales (brácteas), que recubren por completo (Enciclopedia de la Agricultura y la Ganadería, 2002).

2.4. Ciclo vegetativo del maíz

2.4.1. Nacencia

La nacencia de la planta del maíz Comprende el período que transcurre desde la siembra hasta la aparición del coleóptilo, cuya duración aproximada es de 6 a 8 días.

2.4.2. Crecimiento

Una vez nacido el maíz, aparece una nueva hoja cada tres días si las condiciones son normales. A los 15-20 días siguientes a la nacencia, la planta debe tener ya cinco o seis hojas, y en las primeras 4-5 semanas la planta deberá tener formadas todas sus hojas.

2.4.3. Floración

A los 25-30 días de efectuada la siembra se inicia la panoja en el interior del tallo y en la base de éste. Transcurridas 4 a 6 semanas desde este momento se inicia la liberación del polen y el alargamiento de los estilos.

Se considera como floración el momento en que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos. La emisión de polen

dura de 5 a 8 días, pudiendo surgir problemas si las temperaturas son altas o se provoca en la planta una sequía por falta de riego o lluvias.

2.4.4. Fructificación

Con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia la fructificación de la planta del maíz. Una vez realizada la fecundación, los estilos de la mazorca, vulgarmente llamados sedas, cambian de color, tomando un color castaño.

Transcurrida la tercera semana después de la polinización, la mazorca toma el tamaño definitivo, se forman los granos y aparece en ellos el embrión. Los granos se llenan de una sustancia leñosa, rica en azúcares, los cuales se transforman al final de la quinta semana en almidón.

2.4.5. Maduración y secado

Hacia el final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo de materia seca, pudiendo entonces considerarse que ha llegado a su madurez fisiológica. Entonces suele tener alrededor del 35% de humedad.

A medida que va perdiendo la humedad se va aproximando el grano a su madurez comercial, influyendo en ello más las condiciones ambientales de

temperatura, humedad ambiente, etc., que las características varietales (Guerrero, 1999).

2.5. Necesidades para el cultivo de maíz

El maíz es un cultivo de crecimiento rápido, que rinde más con temperaturas moderadas y un suministro abundante de agua. La temperatura ideal es entre 24 °C a 30 °C. La mayoría de los productores piensa o cree que el maíz crece mejor cuando las noches son cálidas. Pero por el contrario. En las noches cálidas, el maíz utiliza demasiada energía en la respiración celular. Por esta razón, son ideales las noches frescas, los días soleados y las temperaturas moderadas.

En general los suelos más idóneos para el cultivo de maíz son los de textura media (Francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención de agua.

En comparación con otros cultivos, el maíz se adapta bastante bien a la acidez o alcalinidad del terreno. Puede cultivarse con buenos resultados entre pH 5.5 y 7.0 aunque el óptimo corresponde a una ligera acidez (pH entre 5.5 y 6.5) (CENTA, 1995).

2.6. Necesidades hídricas del maíz

Las aguas en forma de lluvia constituyen un gran apoyo para el desarrollo del cultivo sobre todo en periodos de crecimiento en una lámina total de riego y/o lluvia de 40 a 65 cm durante el ciclo del cultivo.

2.6.1. Riegos

El maíz es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día. Los riegos pueden realizarse por aspersión y a manta. El riego más empleado últimamente es el riego por aspersión.

Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración.

Durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado.

Por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada (Enciclopedia Práctica de la Agricultura Y Ganadería, 2002).

2.7. Labores culturales

2.7.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno es el paso previo a la siembra. Se recomienda efectuar una labor de arado al terreno para que el terreno quede suelto y sea capaz de tener cierta capacidad de captación de agua sin encharcamientos. Se pretende que el terreno quede esponjoso sobre todo la capa superficial donde se va a producir la siembra.

En las operaciones de labrado los terrenos deben quedar limpios de restos de plantas (rastros).

La preparación de los suelos para el cultivo de maíz híbrido puede ser de dos maneras que pueden ser manual o mecanizada y la implementación de una de ellas dependerá de la topografía y condiciones del suelo. Proporcionándole una buena labranza al terreno se le dará excelentes condiciones a la semilla para su germinación y desarrollo de la planta.

La labranza mínima es un método beneficioso para agricultores que tienen terrenos inclinados o con buen drenaje ya que disminuye la erosión; también permite una mayor retención de humedad al no remover ni exponer el suelo a la acción del viento.

Si la preparación del suelo es mecanizada, es conveniente realizar un paso de arado, dos pasos de rastra y si fuera posible realizar una nivelación del suelo. Las rastreadas se pueden hacer a 15 o 20 cm. de profundidad dependiendo del tipo del suelo; último paso de rastra es recomendable hacerlo inmediatamente antes de la siembra. (CENTA, 1995)

2.7.2. Siembra

La siembra de maíz se puede dar en tres épocas del año, invierno, postrera y con riego en verano. (CENTA, 2002).

2.7.3. Fertilización

La fertilización del maíz se realiza tomando en cuenta el resultado del análisis de suelo, para la aplicación de los fertilizantes químicos la calidad, forma y aplicación, de igual manera conocer todos los factores que podrían afectar una buena fertilización como puede ser: tipo de suelo, topografía del suelo la cual se encuentra al 2 %, pH, humedad.

El maíz es muy exigente en elementos nutritivos, comparado con otros cultivos. En un plan de fertilización se debe tomar en cuenta el análisis químico del suelo.

La fertilización se hará en tres aplicaciones: la primera fertilización es a la siembra. La segunda a los 21 días, la tercera a los 35 días. El método de aplicación del fertilizante más recomendable es postura incorporada, aunque existen otros, tales como: postura superficial y en banda (CENTA, 1995).

2.7.4. Aclareo

Cuando la planta ha alcanzado un tamaño próximo de 25 a 30 cm. y consiste en ir dejando una sola planta por golpe y se van eliminando las restantes.

2.8. Ciclo del maíz

El ciclo vegetativo de maíz comprende normalmente de 100 a 180 días dependiendo mucho de la variedad del cultivo.

2.9. Control de malezas

Si las malezas se combaten mecánicamente, se deben efectuar dos limpiezas durante los primeros treinta días de crecimiento del cultivo, las limpiezas se deben hacer en forma superficial sin dañar el sistema radicular del cultivo. Estas labores pueden hacerse con cuma, azadón o una cultivadora adaptada a un tractor.

El control químico evita daños al sistema radicular de las plantas se pueden aplicar herbicidas solos o en mezcla en preemergencia, inmediatamente después de la siembra o a más tardar cuando las malezas tengan 2 o 3 hojas o en preemergencia para malezas de más de 3 hojas. (CENTA, 1995).

2.10. Antecedentes de investigación

Núñez y Kamprath (1969) estudiaron el efecto de la densidad de población sobre el rendimiento de grano en el maíz. Probaron densidades desde 34,500 hasta 69,000 plantas/ha, con 2 espaciamientos entre surcos (53 y 106 cm) y aplicaron niveles de nitrógeno desde 0 hasta 280 kg/ha. Señalan que el factor espaciamiento entre surcos sólo tuvo efectos significativos en el rendimiento de híbridos tardíos, sometidos a condiciones de sequía; los rendimientos más altos se obtuvieron con surcos espaciados a 53 cm; esto se debió probablemente a una mayor eficiencia en la utilización de la humedad del suelo, por una mejor

distribución de las plantas, que probablemente redujo su evaporación al aumentar el sombreado. Los más altos rendimientos se obtuvieron con 51,750 plantas/ha, y 280 kg de N/ha, el rendimiento de grano mostró asociación con el área foliar por planta; ésta decreció conforme se incrementó la densidad de población.

Huerta (1969) obtuvo rendimientos de mazorca significativamente más altos con espaciamientos entre surcos de 61 cm, en comparación con aquellos de 92 cm; señala que tal situación puede deberse a una utilización más eficiente de la energía solar; por otro lado, al aumentar la distancia entre surcos y la densidad, las plantas vecinas quedan más cerca unas de otras y se obstaculizan más la intercepción de la luz; además, aumenta el porcentaje de plantas estériles, debido a que se alarga el número de días entre floración masculina y femenina; esto ocurre especialmente cuando las plantas están muy sombreadas.

Brown (1970) indican que las densidades de población óptimas, estimadas para maíz, estuvieron correlacionadas negativamente con tamaño de planta; observaron que las variedades de porte bajo requirieron densidades de población más altas, para lograr el máximo rendimiento de grano, y los mejores resultados se obtuvieron en hileras espaciadas a 51 cm, en comparación con hileras de 102 cm.

Lutz, Camper y Jones (1971) reportaron incrementos significativos en el rendimiento de grano en maíz, conforme disminuyó el espaciamiento entre hileras (con algunas excepciones). En una de las localidades donde se realizó el estudio,

observaron que el rendimiento de grano fue más alto con hileras espaciadas a 80 cm, mientras que, los menores rendimientos correspondieron a los espaciamientos de 100 y 125 cm.

Fery y Janick (1971) probaron densidades de población desde 2,375 hasta 151,957 plantas/ha , y observaron una relación asintótica entre el rendimiento del maíz y la población de plantas , esto es, el rendimiento aumentó con cada incremento de la densidad de población hasta un máximo, donde la producción de grano permaneció relativamente constante , y posteriormente , tendió a declinar .

El-Lankany y Russel (1971) condujeron un estudio, para comparar el potencial de producción de grano de dos grupos de poblaciones de maíz; el primero de alta respuesta a incremento de la densidad de población; el segundo, con baja respuesta a dicho efecto. Indican que en densidades bajas, sólo las alturas de planta y mazorca estuvieron correlacionadas significativamente con rendimiento; en densidades intermedias, además de la altura de planta y mazorca, registraron correlaciones significativas entre el rendimiento y las variables diámetro de mazorca y porcentaje de grano por mazorca; en las densidades más altas , todas las variables mostraron correlaciones significativas con rendimiento de grano (excepto peso de 300 granos, días a antesis y días a floración femenina). Cuando se evaluaron las variedades en densidades bajas e intermedias, señalan que no hubo diferencias significativas en el rendimiento entre

los grupos; sin embargo, en las densidades altas las diferencias fueron significativas.

Yoshida (1972) afirma que el maíz tolera menos las altas densidades que el arroz y otros cultivos.

Ordaz y Stucker (1977) encontraron que los caracteres prolificidad (mazorcas por planta) y longitud de mazorca mostraron buena respuesta a la selección, por lo que pueden utilizarse confiadamente en programas de mejoramiento genético, cuando se trata de aumentar el rendimiento del maíz, para siembras de altas densidades de población.

Arizpe (1985) observó una relación lineal positiva entre rendimiento unitario (de grano y mazorca) y la densidad de población; los mejores resultados fueron obtenidos con 55,555' plantas/ha (7.76 y 6.50 ton/ha para rendimiento de mazorca y rendimiento de grano respectivamente). Finalmente, indica que al aumentar la densidad de población se vieron afectadas desfavorablemente en mayor proporción las características: anchura de la hoja de mazorca principal, diámetro de tallo, número de mazorcas por planta, diámetro de mazorca, peso de mazorca por planta y peso de grano por planta.

Las densidades de siembra dependen también del clima, de las condiciones de suelo y la variedad de la semilla. La densidad varía de 40,000 plantas por hectárea para ejemplares grandes, y hasta 120,000 plantas por

hectárea para maíz forrajero. Los híbridos necesitan de 15 a 20 kg por hectárea para lograr una densidad de 50,000 plantas por hectárea, es decir 5 plantas por metro cuadrado. De las variedades enanas se necesitan 70,000 plantas por hectárea, para las variedades de forrajes se requieren 120,000 plantas por hectárea (Parsons, 1999).

(Nuñez, 1994). En la región norte-centro se utiliza una densidad de 80 mil plantas por hectárea, sin embargo, algunos de los nuevos híbridos de maíz son de porte más bajo, más erectas y ciclo más precoz; lo cual puede permitir aumentar la densidad de plantas por hectárea sin afectar la calidad nutricional del forraje. Para evaluar lo anterior se realizó un experimento en la región lagunera en el año 2000 y otro en Aguascalientes en el año 2003.

La densidad de población, es considerada como el factor controlable más importante para obtener mayores rendimientos en los cultivos. En el maíz ejerce alta influencia sobre el rendimiento de grano y las características agronómicas, pues el rendimiento de grano se incrementa con la densidad de población, hasta llegar a un punto máximo y disminuye cuando la densidad se incrementa más allá de este punto (Sangoi, 2000).

La densidad de población es uno de los factores que frecuentemente modifica el productor para incrementar el rendimiento de grano, pero no siempre establece la densidad adecuada. Si el productor utiliza una densidad de población mayor que la óptima, incrementa la competencia por luz, agua y nutrimentos, lo

que ocasiona reducción en el volumen radical, número de mazorcas, cantidad y la calidad del grano por planta, (Maya, 2002). Por el contrario, las densidades de población bajas provocan problemas con maleza o de desperdicio de suelo (Njoka, 2005).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización Del Sitio Experimental

El experimento se llevó a cabo durante el ciclo Primavera-Verano 2013, en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna en Torreón, Coahuila, México. La institución se encuentra localizada dentro de la Comarca Lagunera la cual se encuentra entre los Estados de Coahuila y Durango, con una precipitación promedio anual de 250 mm y su temperatura promedio anual de 18.6 °C (INEGI, 2009).

3.2. Preparación del terreno

Se realizaron prácticas culturales de barbecho, rastra y surcado; para acondicionar el terreno y obtener una buena emergencia de plantas en campo. La distancia entre surco y surcos fue de 0.75 metros y 40 metros de largo por cada surco.

3.3. Cultivo a sembrar

El cultivo a sembrar fue maíz y la variedad fue an-77-185 X cml- 506-41 la cual ha demostrado alta en rendimiento, tolerancia a plagas y enfermedades y a condiciones de sequía.

3.4. Siembra y fertilización

La siembra se realizó el dos de mayo del dos mil trece la siembra se realizó en húmedo. La distancia entre surco y surcos fue de 0.75 metros y 40 metros de largo por cada surco y se aplicó la dosis regional en la laguna que es 120 – 60 – 00.

3.5. Riegos

Se empleó sistema de riego por gravedad. Aplicándose 1 riego de aniego y 3 riegos de auxilio, con intervalos de 35 días y láminas de 20 centímetros, para obtener una lámina total de 80 centímetros.

3.6. Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas y enfermedades, se realizaron monitoreo diarios para evitar daños que pudieran afectar el cultivo. El 28 de mayo de 2013 realizó la aplicación de cipermetrina ½ litro por hectárea para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugífera*).

3.7. Diseño experimental

Se utilizó un diseño en bloques completamente al azar con cinco tratamientos de población de plantas y tres repeticiones el primer tratamiento fue de una población de 50,000 plantas por ha. El segundo tratamiento fue de 60,000 plantas por ha. El tercer tratamiento fue de 70,000 plantas por ha. El cuarto tratamiento fue de 80,000 plantas por ha. y el quinto tratamiento fue de 90,000 plantas por ha.

3.8. Variables de respuesta evaluadas

Altura de planta: se levantó el dato con un estadal midiendo desde la base del tallo hasta la punta de la flor masculina.

Diámetro basal de la planta: Se sacó el diámetro basal de cada planta con un vernier de la marca TRUPER®.

Numero de mazorca por planta: El número de mazorca por planta se sacó contando la mazorca, de planta por planta en toda la parcela.

Diámetro polar: Esta medición se realizó desde la base al ápice de la mazorca con una regla graduada de 30 centímetros

Diámetro ecuatorial: La medición se hizo con un vernier TRUPER® la parte central de la mazorca.

Numero de granos por hilera: Se contaron los granos de una hilera representativa y completa.

Peso de grano por mazorca: Se pesó el grano de cada mazorca con una balanza de precisión.

Peso de mazorca por hectárea: se promedió con el peso de mazorca por parcela.

Peso de grano por ha: Se desgranó cada mazorca y posteriormente se colocaron los granos en la balanza Precisa para obtener la lectura y hacer un promedio de mazorca por parcela para después promediarlo por hectárea.

Para determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables se realizó un análisis de varianza y en su caso una prueba de comparación de valores promedio utilizando la prueba DMS al 5 %. Ambos análisis se realizaron mediante el programa SAS 1999.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Resultados obtenidos en medias de variables de crecimiento de maíz se presentan en el cuadro 1

Cuadro 1: Medias de variables de crecimiento de maíz bajo cinco densidades de población en la UAAAN UL. 2013.

Densidades	alt. Pl (m)	Diambas (cm)	Nmazpl	DP (cm)	DE (cm)	Pgramaz (g)	Pmazha (kg)	Pgranha (kg)
50,000	2.363	1.48667	0.9333	14.08	4.4267	137.63	6211	4673
60,000	2.525	1.51333	0.9	13.7367	4.45	138.213	7921	5902
70,000	2.484	1.38333	0.9333	13.1433	4.4033	133.87	8826	6722.7
80,000	2.344	1.39333	0.8333	12.57	4.4167	129.703	8246	6345.7
90,000	2.3717	1.07667	0.7333	9.84	4.4133	95.153	8652	6765.3

Alt.pl= altura de planta., Diambas= diámetro basal., Nmazpl= número de mazorcas por planta., DP= diámetro polar., DE= diámetro ecuatorial., Pgramaz= peso de granos por mazorca., Pmazha= peso de mazorcas por hectárea., Pgranha= peso de granos por hectárea.

A los valores obtenidos de las variables de crecimiento se les realizó el análisis de varianza y los resultados se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2: Cuadrados medios de variables de crecimiento de maíz bajo cinco densidades de población en la UAAAN UL. 2013

fuerza de v.	Grados	alt. Pl	Diambas	Nmazpl	DP	DE	Pgramaz	Pmazha	Pgranha
	De	(m)	(cm)		(Cm)	(cm)	(g)	(kg)	(kg)
	libertad								
Tratamiento	4	0.0198	0.0906	0.0216	8.5265	0.0009	980.5603	3277026	2223449.23
Repetición	2	0.0161	0.0072	0.0186	1.4652	0.122	153.1992	61859.75	21681.867
Error	8	0.0187	0.0108	0.0261	0.7825	0.0826	98.7049	2572256	1285976.53
Total	14								
R²		0.4266	0.8131	0.372	0.8554	0.2725	0.8426	0.39136	0.464872
c.v.		5.6647	7.5942	18.6647	6.9796	6.5016	7.8281	20.12069	18.64615
media gal.		2.4175	1.3706	0.8666	12.674	4.422	126.914	7971.027	6081.733
pr>f		0.4362	0.0059	0.5431	0.0025	0.9997	0.0034	0.356	0.2362
Significancia		NS	**	NS	**	NS	**	NS	NS

Las variables que son altamente significativas son diámetro basal de la planta, diámetro polar de la mazorca, y peso de granos por mazorca.

Esto se debió a el cambio de las densidades de población corroborando lo dicho anteriormente por Arizpe (1985) que al aumentar la densidad de población se vieron afectadas desfavorablemente en mayor proporción las características:

diámetro de tallo, número de mazorcas por planta, diámetro de mazorca, peso de mazorca por planta y peso de grano.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro 2 se realizó la prueba de comparación de medias de tratamientos y los resultados se presentan en el cuadro 3.

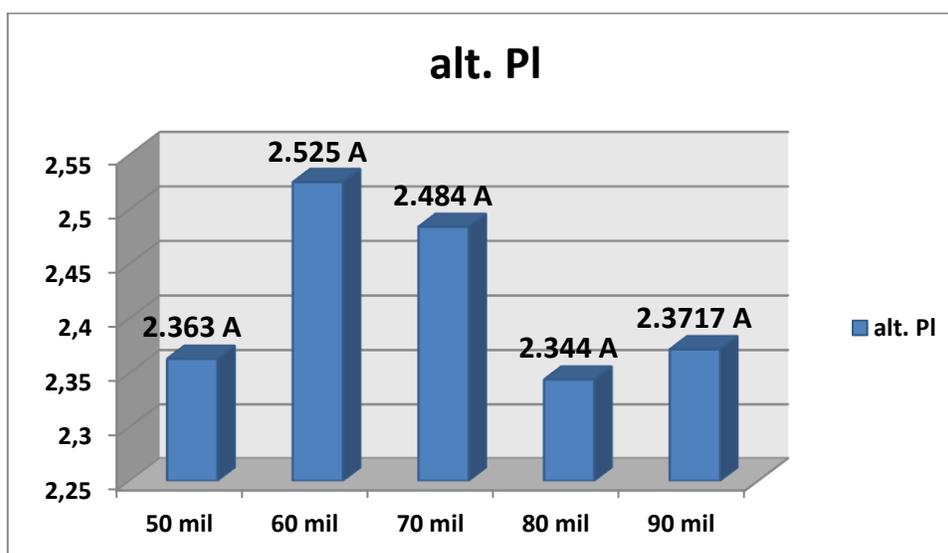
Cuadro 3: Comparación de medias de tratamientos de características de crecimiento de maíz baja cinco densidades de población en la UAAAN UL. 2013

Densidades	alt. Pl (m)	Diambas (cm)	Nmazpl	DP (cm)	DE (cm)	Pgramaz (g)	Pmazha (kg)	Pgranha (kg)
d1	2.363 A	1.48667 A	0.9333 A	14.08 A	4.4267 A	137.63 A	6211 A	4673 A
d2	2.525 A	1.51333 A	0.9 A	13.7367 A	4.45 A	138.213 A	7921 A	5902 A
d3	2.484 A	1.38333 A	0.9333 A	13.1433 A	4.4033 A	133.87 A	8826 A	6722.7 A
d4	2.344 A	1.39333 A	0.8333 A	12.57 A	4.4167 A	129.703 A	8246 A	6345.7 A
d5	2.3717 A	1.07667 B	0.7333 A	9.84 B	4.4133 A	95.153 B	8652 A	6765.3 A

Tratamientos con las letras iguales son estadísticamente iguales
tratamientos con letras diferentes son estadísticamente diferentes.

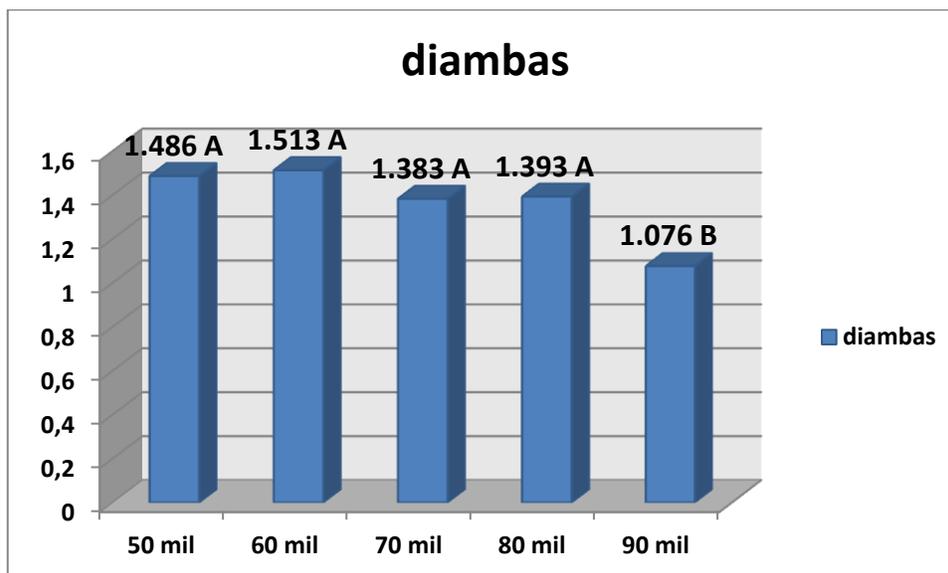
De acuerdo con el cuadro 3 de comparación de medias los resultados obtenidos en nuestras tratamientos solo uno resultado estadísticamente diferente de los demás en diámetro basal de la planta, diámetro polar de la mazorca y peso de grano por mazorca, este fue la densidad de población de 90,000 plantas por hectáreas y esto se debió a que por el exceso de población provoca la competencia por los nutrientes, por el suelo, por el agua y aprovechamiento de energía solar así como nos lo dice maya (2002): Si el productor utiliza una densidad de población mayor que la óptima, incrementa la competencia por luz, agua y nutrimentos, lo que ocasiona reducción en el volumen radical, número de mazorcas, cantidad y la calidad del grano por planta.

Grafica 1: altura de planta. Media general 2.41



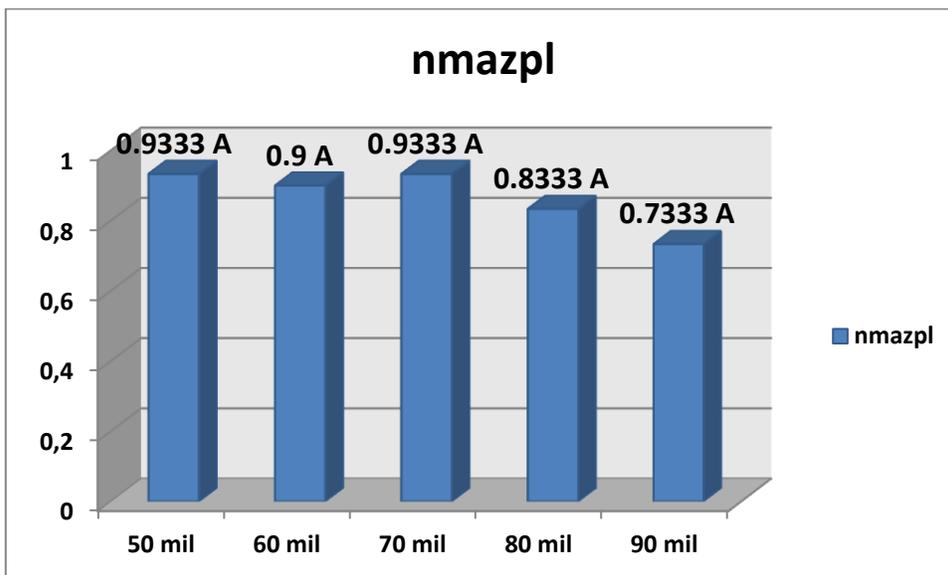
Para la variable altura por planta, se encontró que la densidad de población que mejores resultados nos dio fue la densidad de 60,000 plantas por hectárea y las que sus resultados no nos favorecieron, fueron las densidades de 80,000 y 90,000 plantas por hectárea esta se puede justificar, debido a que la densidad de 60,000 plantas por hectárea aprovecha mejor los nutrientes y el suelo mismo teniendo la distancia entre plantas ideal como para no favorecer la competencia con malezas. Las densidades de 80,000 y 90,000 plantas por hectárea nos dieron los resultados menos favorables ya que la población excesiva de plantas favoreció la competencia por suelo, nutrientes, agua teniendo deficiencias en las mismas así como nos lo explica Núñez y Kamprath (1969), esto se debió probablemente a una mayor eficiencia en la utilización de la humedad del suelo, por una mejor distribución de las plantas, que probablemente redujo su evaporación al aumentar el sombreado.

Grafica 2: diámetro basal de la planta. Media general 1.37



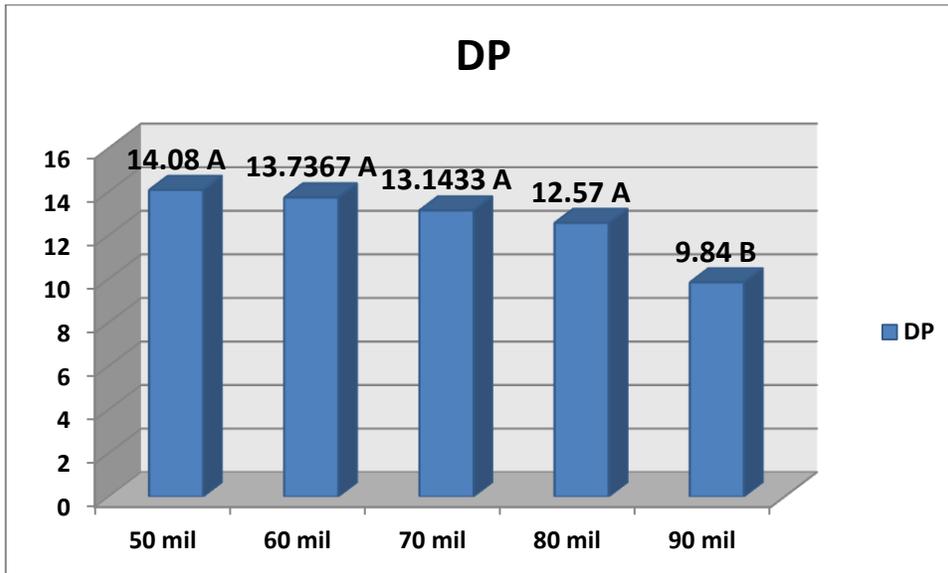
Los resultados del diámetro basal de la planta se pueden justificar con que a mayor número de plantas más es la competencia por los nutrientes y también un número muy pobre de plantas provocara la aparición de malezas compitiendo también por los nutrientes y agua en el suelo, por eso los resultados más favorables nos dieron con las densidad de población intermedia que fue 60,000 plantas por hectárea y los resultados menos favorables los obtuvimos con la densidad de 90,000 plantas por hectárea, siendo esta la de mayor población así como lo explica maya (2002): Si el productor utiliza una densidad de población mayor que la óptima, incrementa la competencia por luz, agua y también lo que comenta njoka (2005): Por el contrario, las densidades de población bajas provocan problemas con maleza o de desperdicio de suelo.

Grafica 3: número de mazorcas por planta. Media general 0.86



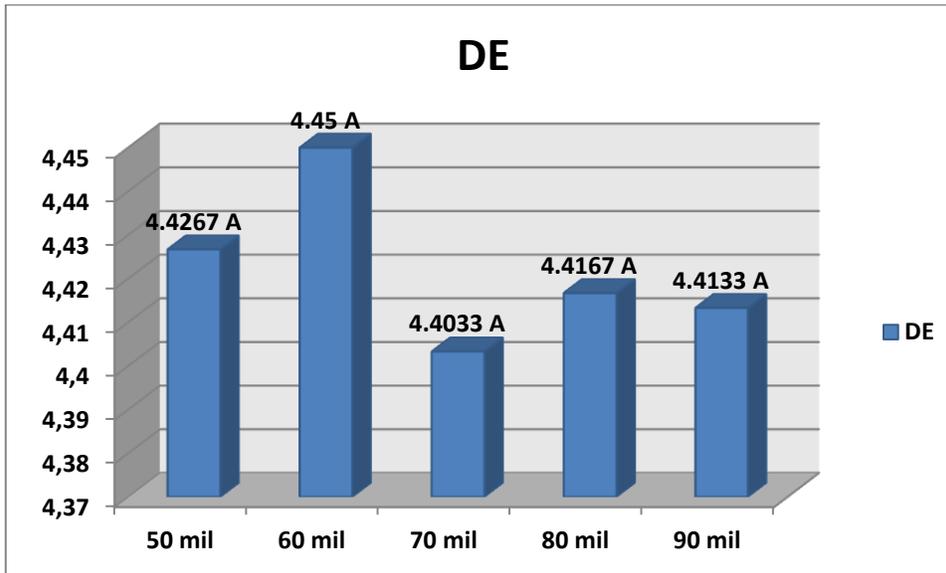
La variable número de mazorcas por planta es una de las variables más importantes ya que de ella depende mucho el rendimiento de grano y en esta variable las densidades que mayor significancia tuvieron fueron las densidades de 50,000 y 70,000 plantas por hectárea, estas fueron las que mejores resultados obtuvieron ya que al no excederse en la población aprovechan al máximo la energía solar en cambio la densidad de población que menor resultado nos dio fue la densidad de 90,000 plantas por hectárea ya que al excederse de población estas se sombrean unas a otras provocando aborto del producto (mazorca), así como no lo explica Huerta (1969) que señala que situación puede deberse a una utilización más eficiente de la energía solar; por otro lado, al aumentar la distancia entre surcos y la densidad, las plantas vecinas quedan más cerca unas de otras y se obstaculizan más la intercepción de la luz; además, aumenta el porcentaje de plantas estériles , debido a que se alarga el número de días entre floración masculina y femenina; esto ocurre especialmente cuando las plantas están muy sombreadas.

Grafica 4: diámetro polar de la mazorca. Media general 12.67



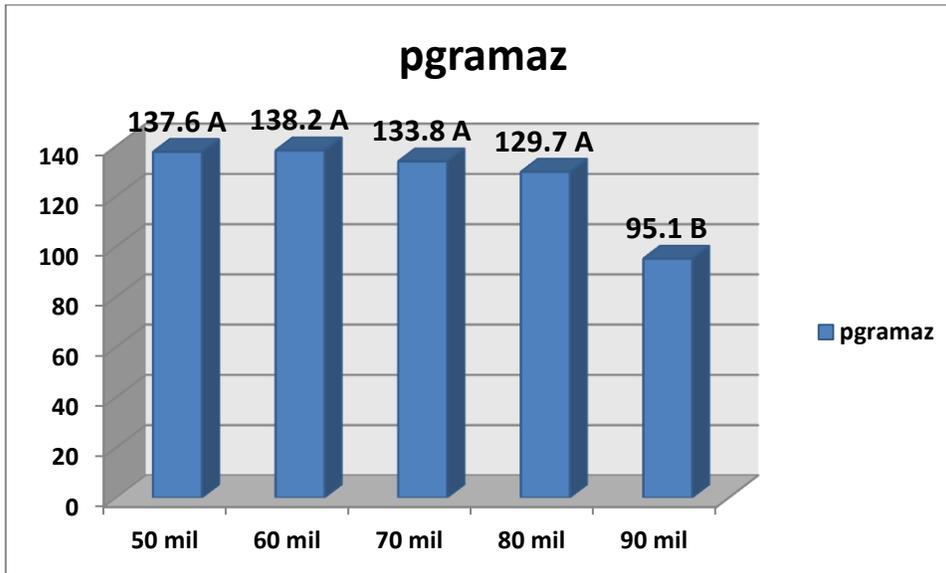
En la variable diámetro polar de la mazorca se puede notar que hay una correlación entre el diámetro de la mazorca y la densidad de población; a mayor población menor diámetro polar de la mazorca teniendo como resultados que el diámetro polar que supero a todos fue el de menor población que es 50,000 plantas por hectárea y el que obtuvo un diámetro polar menor fue el de mayor población que es el de 90,000 plantas por hectárea, corroborando con esto lo que dice Arizpe (1985): que al aumentar la densidad de población se vieron afectadas desfavorablemente en mayor proporción las características: diámetro de tallo, número de mazorcas por planta, diámetro de mazorca, peso de mazorca por planta y peso de grano por planta.

Grafica 5: diámetro ecuatorial de la mazorca. Media general 4.42



El diámetro ecuatorial de la mazorca no se ve afectado por la densidad de población, siendo este una variable que al aumentar o disminuir la densidad de población no se miró cambios notables pero aun así teniendo como mejor densidad de población 60,000 plantas por hectárea que es la una densidad de población que ha demostrado buenos resultados en sus variables.

Grafica 6: peso de grano por mazorca. Media general 126.9

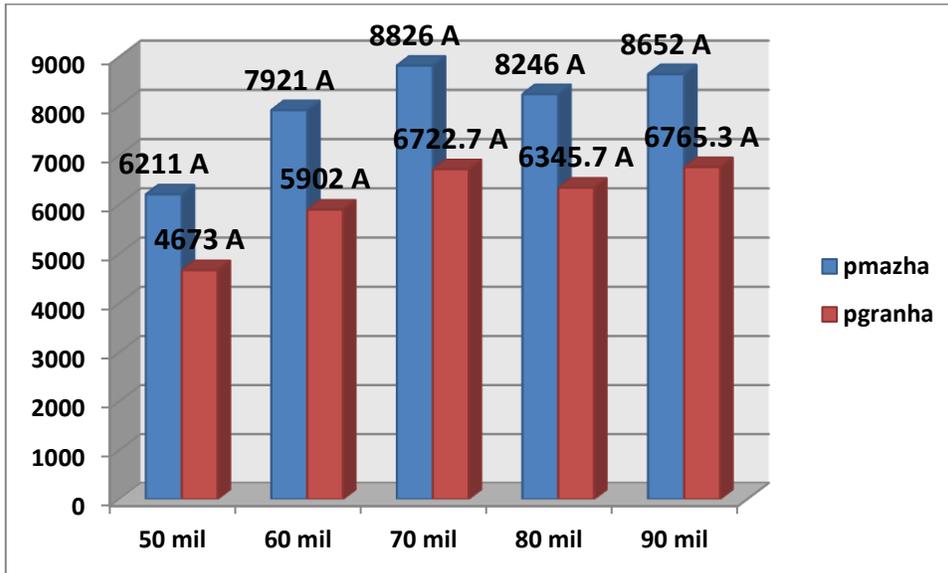


En el peso grano por mazorca el mejor resultado lo obtuvo la densidad de 60,000 plantas por hectárea y el peor resultado lo obtuvo 90,000 plantas por hectárea, esto pudo haber sido por que el peso de grano por mazorca esta correlacionado con el diámetro polar y ecuatorial de la mazorca teniendo también con mejores resultados en diámetro polar 60,000 plantas por hectárea e igual los peores resultados fueron para 90,000 plantas por hectárea corroborando así lo dicho por Lankany y Russel (1971) ,que registraron correlaciones significativas entre el rendimiento y las variables diámetro de mazorca.

Grafica 7: peso de mazorca por hectárea y peso de grano por hectárea.

Media general 7971 kg para la variable peso de mazorca por hectárea y

6081.7 para peso de grano por hectárea



las dos variables peso de mazorca por hectárea y peso de grano por hectárea, siendo muy similar en sus resultados y sobresaliendo de las demás densidades las de 70,000 y 90,000 plantas por hectárea pero con la diferencia de que de la densidad de 70,000 se obtuvieron mazorcas de excelente calidad ya sea para grano o para elote, y de que la densidad de 90,000 plantas por hectárea nos brindó mazorcas muy pequeñas y con poco peso de muy mala calidad pero obtuvo rendimientos similares por que el bajo peso y mala calidad de la mazorca se remediaba con la alta densidad de la misma y en esta variable la que nos dio resultados muy pobres fue la de 50,000 plantas por hectárea ya que esta población se miró muy afectada por la maleza y por que como tiene menos población de plantas también tiene menos población en mazorcas dándonos en

resultado una baja producción en rendimiento de grano obteniendo resultados parecidos a los de Arizpe (1985) que observó una relación lineal positiva entre rendimiento unitario (de grano y mazorca) y la densidad de población; los mejores resultados fueron obtenidos con 55,555' plantas/ha..

V. CONCLUSION

Se pudo llegar a la conclusión de que la mejor densidad de población para la región lagunera por obtener los mejores resultados en la mayoría de sus variables es entre 50,000 y 60,000 plantas por hectárea siendo este el rango optimo ya que en sus variables sobresalieron peso de mazorca por hectárea y peso de grano por hectárea, que son las variables buscadas para obtener una buena producción de grano en la comarca lagunera además de brindar mazorcas de alta calidad. Aprovechando al máximo el suelo, luz, agua y nutrientes.

La densidad de 90,000 plantas por hectárea obtuvo resultados similares pero con la diferencia de que nos brindó mazorcas muy pequeñas y con poco peso de muy mala calidad pero obtuvo rendimientos similares por que el bajo peso y mala calidad de la mazorca se remediaba con la alta densidad de la misma.

VI. BIBLIOGRAFIA

Sangoi L (2000) Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. Ciencia Rural, Santa María.

Maya LJB, Ramírez DJL (2002) Respuesta de híbridos de maíz a la aplicación de potasio en diferentes Densidades de población. Rev. Fitotec. Mex. 25(4): 333-338.

Njoka EM, Muraya M, Okumo M (2005) Plant density and thinning regime effect on maize (Zea mays) grain And fodder yield. Australian Journal of Experimental Agriculture 44: 1215-1219.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Avat%C3%AD>

Enciclopedia Práctica de la Agricultura y Ganadería, Editorial OCEANO Centro, Grupo OCEANO. 2002.

GUERRERO A. 1999. Cultivos Herbáceos Extensivos, 6ª edición, España. Editorial Mundi-prensa.

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. 1995. Guía Técnica de Maíz CENTA. San Andrés, La Libertad, El Salvador.

FAO (Food Agriculture Organization of the United Nations). 2009. Statistical databases. En línea: <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=291&lang=es>. Consultado el 7 de septiembre del 2013.

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, 2002, Híbrido de maíz HQ-61.CENTA, San Andrés, La Libertad, El Salvador

SIAP. S/f. Situación actual y perspectivas del maíz en México 1996 - 2012. Fecha de consulta. 22/nov./2009. Disponible en:
http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/ComercioExterior/Estudios/Perspectivas/maiz96-12.pdf

SAGARPA. 2009. Delegación Comarca Lagunera. Consultado el 13 de septiembre del 2013 en línea <http://www.sagarpa.gob.mx/dlg/laguna/informacion.htm>.

NUÑEZ, R. and E. Kamprath. 1969. Relationships width on growth and yield of corn. Agr. Jour. 61:279-282.

NUÑEZ, R. And E. Kamprath. 1969. Relationships width on growth and yiel d of corn. Agr. Jour. 61:279-282.

BROWN, R.H., E.R. Beaty, J.W. Ethredge and D.D. Hayes .1970.In fludence of row width h and plan t population n on yiel d of two varieties s of corn (Zea mays L.).Agron. Jour. 63:767-770.

LUTZ, J.A. Jr., H.M. Camper and G.D. Jones.1971. Row spacing and population n effect s on corn yields. Agr. Jour. 63:12-14.

FERY, R.L. and J. Janick. 1971. Response of corn (Zea mays L.) to population n pressure. Crop Sei . 11:220-224.

EL-LANKANY, M. A. and W.A. Russel. 1971. Relatinshi p of maize character s with h yiel d l n testcrosses s of inbreeds at differ -ran t plan t densities . Crop Sei . 11:698-701.

YOSHIDA, S. 1972. Physiologica l aspect of grai n yield . Ann. Rev. Plant Physiol . 23:437-464.

ORDAZ, A. and R.E. Stucker. 1977. Effect of planting density on correlations among yield and its components in two corn populations. *Crop Sci.* 17:926-928,

ARIZPE M., A 1985 cambios fenotípicos y parámetros de estabilidad de cuatro poblaciones de maíz (*zea mays* L.) tesis profesional UANL. MARIN, N.L MEXICO.