

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS



Producción de maíz (*Zea mays L.*) AN-447 a distintas densidades de población con dos fuentes de fertilización orgánica e inorgánica

POR:

KARINA ISABEL MONÁRREZ ARMENDÁRIZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

TORREON, COAH.

DICIEMBRE 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Producción de maíz (*Zea mays* L.) AN-447 a distintas densidades con dos fuentes de fertilización orgánica e inorgánica

POR:

KARINA ISABEL MONÁRREZ ARMENDÁRIZ


TESIS

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN EL COMITÉ ASESOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:


DR. LUIS JAVIER HERMOSILLO SALAZAR


ASESOR:


M.C. NORMA LETICIA ORTIZ GUERRERO

ASESOR:


M.C. FEDERICO VEGA SOTELO

ASESOR:


DR. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAH.

DICIEMBRE 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS QUE PRESENTA EL C. KARINA ISABEL MONÁRREZ ARMENDARIZ Y QUE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

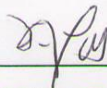
APROBADA POR:

PRESIDENTE:




DR. LUIS JAVIER HERMOSILLO SALAZAR

VOCAL:



M.C. NORMA LETICIA ORTIZ GUERRERO

VOCAL:

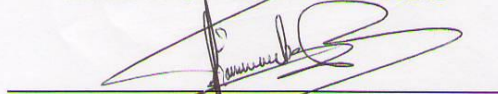


M.C. FEDERICO VEGA SOTELO

VOCAL:



DR. HECTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAH.

DICIEMBRE 2013

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

SR. HERMENEGILDO MONARREZ CASTAÑEDA

SRA. MA. OTILIA ARMENDARIZ LOPEZ

Por su apoyo incondicional y su confianza, por darme las armas suficientes para salir adelante en mi vida, por nunca dudar que lo lograría, aunque me tomara el tiempo que me tomara. Por estar conmigo aunque a veces no lo merezca y por darme todo lo que está a su alcance para que yo sea feliz y obtenga lo que deseo. GRACIAS.

M.C. NORMA LETICIA ORTIZ GUERRERO

Porque es una persona sumamente importante para mí, a la cual le tengo mucho pero mucho aprecio, por todo lo que hace por mí, por darme la confianza de poder hablar con usted de muchas cosas, porque ha sido más que una maestra conmigo, por ser la persona que es, por entenderme y no juzgarme por las tonterías que hago, por sus consejos, por tantas cosas que no me alcanzaría una hoja para describir la gran persona que es. MIL GRACIAS MAESTRA!!!!!!

A MIS AMIGOS:

JOSE ALBERTO VALENZUELA PALACIOS

SERGIO IVAN LEOS ZUÑIGA

Por apoyarme en todos los sentidos teniendo o no teniendo yo la razón, por ser un súper equipo entre los tres, por ayudarme cuando lo necesite tanto en la escuela como en lo personal. Y aunque no se los digo deben de saber que para mí son unas personas sumamente especiales.

RICARDO CRISPIN

Por ser un gran amigo y soportar mis pláticas de agronomía aunque no me entienda nada.

SR. DAVID HEREDIA

Por siempre estarme echando porras con los estudios, por prestarme su camioneta durante un año completo para poder realizar mis prácticas profesionales, por ser una de las personas que nunca dudo que llegaría a estar donde estoy en este momento, y decirme que no me conforme ni me detenga, que llegue hasta donde yo crea que es necesario, gracias.

M.C. CYNTHIA D. RUEDAS ALBA

Aunque me hizo batallar durante mucho tiempo, le agradezco ser como es y por siempre tratar de hacer que razone en situaciones que nunca podría yo pensar que podrían suceder. Gracias por ser así de incoherente.

AGRADECIMIENTOS

Dr. LUIS JAVIER HERMOSILLO SALAZAR por haberme dado la oportunidad de estar en este proyecto. Por su apoyo para la revisión de está a tiempo para entregarla a revisión.

M.C. FEDERICO VEGA SOTELO por su apoyo en la revisión y corrección de la tesis, como por el material que me proporciono, por ayudarme aunque ya hubiera terminado su jornada en la escuela, y aunque es muy poco el tiempo de conocerlo, por todo lo que me enseñó en estos meses, que creo fue más de lo que pude aprender de otros.

Dr. ALFREDO OGAZ por su apoyo en la obtención e interpretación de los resultados, por estar al pendiente de lo que necesitaba, pero muy especialmente por el apoyo que recibí de él cuándo necesite aprender todo lo referente a los análisis de varianza y me regalo su tiempo para darme un curso intensivo sobre esto

INDICE

RESUMEN

Pág.

I.INTRODUCCION	3
1.1 Objetivo	5
1.2 Hipótesis.....	5
II. REVISION DE LITERATURA Pág.	
2.1 Importancia.....	6
2.2 Generalidades del maíz.....	7
2.2.1 Exigencias de clima	8
2.2.1.1 Precipitación	8
2.2.1.2 Temperatura	9
2.2.2 Altitud	9
2.2.3 Suelo.....	10
2.3 Fertilización	10
2.3.1 Fertilizantes orgánicos	11
2.3.2 Tipos de fertilizantes orgánicos.....	12
2.3.2.1. Abonos orgánicos	12
2.3.3 Clasificación de los abonos orgánicos	13
2.3.3.1 Abonos verdes	13
2.3.3.2 Residuos de cosecha.....	14
2.3.3.3 Algas.....	15
2.3.3.4 Compost.....	15
2.3.3.5 Humus de lombriz	15
2.3.4 Estiércol	16
2.3.4.1 Disponibilidad del nitrógeno.....	18
2.3.4.2 Pérdidas de nitrógeno.....	20
2.3.4.3 Estiércol frio	21
2.3.4.4 Estiércol caliente.....	22
2.3.4.5 Estiércol y abonos líquidos	22
2.3.5 Fertilizante químico	23
2.3.5.1 División de fertilizantes de acuerdo a su estado físico.....	25
2.3.5.1.1 Sólidos	25

2.3.5.1.2	Ultra soluble	25
2.3.5.1.3	Líquidos	26
2.3.5.1.4	Gaseosos.....	26
2.3.5.2	Clasificación de acuerdo a elementos nutritivos principales	26
2.3.5.2.1	Fertilizantes simples y compuestos	26
2.3.5.2.2	Complejos.....	27
2.3.5.2.3	Mezclas físicas.....	27
2.4	Densidades de población	28

III. MATERIALES Y METODOSPág.

3.1	Ubicación de experimento	30
3.2	Preparación del terreno	30
3.3	Material vegetativo	31
3.4	Siembra y fertilización	31
3.4.1	Siembra.....	31
3.4.2	Fertilización	32
3.5	Riegos	34
3.6	Control de maleza	34
3.7	Control de plagas	34
3.8	Cosecha	35
3.9	Diseño experimental.....	35
3.10	Tratamientos	36
3.11	Distribución de los tratamientos	36
3.12	Variables de evaluación	37
3.12.1	Altura de planta	37
3.12.2	Numero de hojas por planta	37
3.12.3	Peso de la planta	38
3.12.4	Peso del grano.....	38
3.12.5	Peso del olote	38
3.12.6	Diámetro ecuatorial del olote.....	39
3.13	Análisis estadístico.....	39

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONPág.

4.1	Altura de planta	40
4.2	Número de hojas	41
4.3	Peso de planta	42
4.4	Peso de grano	43

4.5	Peso del olote.....	44
4.6	Diámetro ecuatorial del olote.....	45

Pág.

V.	CONCLUSIONES	47
-----------	---------------------------	-----------

VI.	LITERATURA CITADA.....	49
------------	-------------------------------	-----------

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Resultados del análisis del suelo	32
Cuadro 2. Resultados del análisis del estiércol	33
Cuadro 3. Aplicaciones de fertilizantes	33
Cuadro 4. Registro de riegos	34
Cuadro 5. Aplicación de plaguicida.....	34

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Grafica de evaluación de altura de planta	40
Figura 2. Grafica de evaluación de número de hojas	41
Figura 3. Grafica de evaluación de peso de planta.....	42
Figura 4. Grafica de evaluación de peso de grano	44
Figura 5. Grafica de evaluación de peso del olate.....	45
Figura 6. Grafica de evaluación de diámetro ecuatorial del olate	46

RESUMEN

México se encuentra dentro de la región primaria de diversidad del maíz, una larga historia de evolución conecta a este cultivo con las poblaciones humanas en Mesoamérica. La influencia global de la domesticación en la arquitectura genética del maíz es bastante clara, es difícil especificar el papel del productor en su evolución.

Los híbridos de maíz que se utilizan en México se han desarrollado para producción de grano y los progenitores muestran diferencia en altura de planta y ciclo biológico, entre otras características (Gaytán, *et al.*, 2009). Sin embargo, en la última década la producción nacional de grano se ha mantenido alrededor de 20, 000,000 toneladas anuales, mientras que la importación ha aumentado paulatinamente. La mayor demanda de maíz y sus derivados coincide con el incremento de población y nuevos canales de comercialización.

El presente trabajo se realizó en el ciclo agrícola primavera – verano 2013, en el Rancho el Retiro propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. En el estudio se evaluó el híbrido AN-447 en dos fuentes de fertilización a tres diferentes densidades de población, para evaluar el rendimiento.

El diseño utilizado fue parcelas divididas en bloques con cuatro repeticiones. La parcela grande fue tipo de fertilización y la parcela chica las densidades.

En los resultados obtenidos se observa que, la altura de planta, peso de planta, peso de grano, peso de olote, diámetro del olote y número de hojas, tuvieron respuesta diferente a las fertilizaciones con las distintas densidades de población. Como lo fue la respuesta de la fertilización inorgánica en cuanto a la altura de planta, donde mostro excelentes resultados los cuales fueron muy superiores a los obtenidos en la fertilización orgánica.

Palabras clave: fertilización orgánica, fertilización inorgánica, producción, densidad y estiércol.

I. INTRODUCCION

En la Región Lagunera, la fertilización inorgánica es una práctica indispensable para la obtención de buenos rendimientos en el cultivo del maíz, sin embargo debido a los altos costos de está, se tiene que optar por otras alternativas, y por ende es necesario investigar técnicas que permitan incrementar la producción sin elevar los costos y que pierda su rentabilidad.

Por tal motivo se realiza la técnica de la aplicación de fertilizantes orgánicos, que tienen un menor costo, así como ayuda a las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, y medio ambiente.

Con la aplicación de fertilizantes orgánicos se espera resolver la problemática de la contaminación del suelo y del medio ambiente, así como la disminución de los costos de producción. Para lo cual se probaron distintas densidades de población a con dos fuentes de fertilización (orgánica e inorgánica).

Se han realizado investigaciones donde los híbridos de maíz que se utilizan en México se han desarrollado para la producción de grano y los progenitores muestran diferencia en altura de planta y ciclo biológico, entre otras características (Gaytán, *et al.*, 2009). Sin embargo, en la última década la producción nacional de grano se ha mantenido alrededor de

20, 000,000 toneladas anuales, mientras que la importación ha aumentado paulatinamente. (García y Bergvinson, 2007) también mencionan que la mayor demanda de maíz y sus derivados coincide con el incremento de población y nuevos canales de comercialización del mismo.

Los abonos orgánicos aportan materia orgánica, nutrimentos y microorganismos, sin embargo su capacidad como fuente de nutrimentos es baja, respecto al porcentaje que aportan los fertilizantes químicos. Un enfoque alternativo es usar baja cantidad de abonos orgánicos y complementar con fertilizantes inorgánico (Álvarez, *et al.*, 2010).

1.1. Objetivo

Determinar la eficiencia de la fertilización orgánica e inorgánica a densidades de población variadas.

1.2. Hipótesis

Que una de las fuentes de fertilización a cierta densidad de siembra será más rentable que el resto.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Importancia

El maíz es el segundo cultivo en el mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo después del trigo, en producción total el maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, alimento para ganado o fuente de un gran número de productos industriales (Campos, 2006).

El maíz se cultiva en aproximadamente 140 millones de hectáreas en todo el mundo, 97 millones de hectáreas en los países desarrollados, 34 millones de hectáreas en los países industrializados, y 9 millones de hectáreas en Europa Oriental y en la ex Unión Soviética.

El maíz constituye el alimento básico de cientos de millones de personas en el mundo en desarrollo. En el este y sur de África, el habitante consume en promedio 80 kg de maíz por año. En México, América Central y el Caribe, 170 kg. En Asia, la utilización anual de maíz per cápita es de 100 kg en promedio.

En ambos casos se utiliza para alimentar principalmente a los animales. Desafortunadamente, los países en desarrollo no producen suficiente maíz para satisfacer su demanda interna y deben importar cerca de 30 millones de toneladas de maíz cada año.

Aproximadamente 58% de la superficie dedicada a producción de maíz en países desarrollados se siembra con maíz mejorado, 44% con híbridos, 14% con variedades de polinización libres mejoradas. En cambio en los países industrializados, casi 100% de la superficie dedicada al maíz se siembra con híbridos (Ortiz, 2008).

2.2. Generalidades del maíz

La nomenclatura científica del maíz es *Zea mays*, y significa lo que sustenta la vida. Es una planta evolucionada, produce una mazorca perfecta, ha sido alimento, moneda y religión para el pueblo de México. Se ha considerado la planta más domesticada y evolucionada del reino vegetal.

El maíz exige un clima relativamente cálido y agua en cantidad adecuada. La mayoría de los genotipos y variedades de maíz se cultivan en regiones de clima caliente y clima subtropical húmedo adaptado también a regiones semiáridas. Para una buena producción, la temperatura óptima debe oscilar entre 20°C y 30°C, de esto depende el desarrollo de la

planta, la temperatura de germinación es de 20°C a 25°C y de floración 21°C a 30°C durante la época de la formación del grano, la temperatura alta tiende a inducir una maduración más temprana. Los mayores rendimientos se obtienen con 11 y 14 horas luz (Pascual, 2000).

2.2.1. Exigencias de Clima

El maíz exige un clima relativamente cálido y agua en cantidad adecuada para la germinación, la temperatura media mínima debe estar a no menos de 10°C, siendo la óptima entre los 20°C y 30°C.

Para su crecimiento, el maíz requiere pleno sol. El maíz es una planta que florece rápido en días cortos. Su floración se retarda durante los días largos; los mayores rendimientos se obtienen con 11 horas de luz por día.

2.2.1.1. Precipitación

La cantidad, distribución y eficiencia de la lluvia son factores importantes en la producción de maíz. El calor y sequía durante el periodo de polinización a menudo causan la desecación del tejido foliar y formación deficiente del grano. La condición ideal de la humedad del suelo para el desarrollo del maíz es el estado de capacidad de campo. La cantidad de agua durante la

temporada de crecimiento no debe ser menor de 300 mm, y la cantidad óptima de lluvia es de 550 mm y la máxima de 1000 mm.

2.2.1.2. Temperatura

La temperatura superior a 30°C y hasta 35°C o más, reduce el rendimiento y determinan un cambio cualitativo significativo en la composición de la actividad enzimática, y se ven afectadas al máximo cuando coinciden temperaturas elevadas y falta de agua.

La temperatura y el aire se encuentran relacionados entre sí en cualquier lugar, la coincidencia de estos factores sobre todo al final del ciclo es que contribuye a retardar la madurez del grano, por otra parte un exceso de humedad también puede originar la presencia de enfermedades en el cultivo (Bonilla, 2009).

2.2.2. Altitud

Es una planta que se adapta bien a partir de 3000 msnm.

2.2.3. Suelo

La planta de maíz puede desarrollarse en una gran gama de suelos de textura media como franco y franco arcillo-arenoso. El crecimiento en suelo arenoso y arcilloso es pobre si no se ejecutan las labores pertinentes. Se requiere suelo profundo, ya que las raíces necesitan entre 0.80 y 1 m de profundidad para su desarrollo normal.

La planta de maíz es susceptible al exceso de agua, porque impide la respiración y absorción de nutrientes. El maíz requiere suelo ligeramente ácido por lo que el pH óptimo oscila entre 5.6 y 6.5.

2.3. Fertilización

La fertilización consiste en la aplicación de fertilizante al suelo o planta para abastecer de nutrimentos, mantener y fomentar la fertilidad del suelo. Ésta tiene la finalidad de promover la productividad primaria mediante el aporte de los nutrimentos esenciales que permiten satisfacer los requerimientos de las plantas propiciando su establecimiento y desarrollo (Jaime, *et al.*, 2007).

2.3.1. Fertilizantes orgánicos

La mayoría de los cultivos muestra una clara respuesta a la aplicación de los fertilizantes orgánicos, de manera más evidente bajo condiciones de temporal y en suelos sometidos al cultivo de manera tradicional y prolongada. No en vano, los abonos orgánicos están considerados universales por el hecho que aportan casi todos los nutrimentos que las plantas necesitan para su desarrollo. Es cierto que en comparación con los fertilizantes químicos contienen bajas cantidades de nutrimentos; sin embargo, la disponibilidad de dichos elementos es más constante durante el desarrollo del cultivo por la mineralización gradual a que están sometidos.

En los ensayos tradicionales de la aplicación de fertilizantes químicos que aporten cantidades equivalentes de nitrógeno y fósforo; este es en resumen, el efecto conjunto de factores favorables que proporcionan los abonos orgánicos al suelo directamente y de manera indirecta a los cultivos (Figueroa, 2010).

Los abonos orgánicos deben considerarse como la mejor opción para la sostenibilidad del recurso suelo; su uso ha permitido aumentar la producción y la obtención de productos agrícolas orgánicos; ha apoyado al desarrollo de la agricultura orgánica que se considera como un sistema de producción agrícola orientado a la producción de alimentos de alta calidad nutritiva sin el uso de insumos de síntesis comercial. Los productos obtenidos bajo éste sistema de agricultura consideran un sobreprecio por su mejor calidad nutritiva e inexistencia de contaminantes nocivos para la salud.

La aplicación de los abonos verdes al suelo mejora las propiedades; estos mismos elevan los niveles de materia orgánica del suelo, mejorando las propiedades físicas, principalmente la estabilidad de los agregados, la densidad, la porosidad, la tasa de infiltración de agua y retención de humedad. Los constituyentes orgánicos actúan como agentes en conjunto con los minerales arcillosos y contribuyen a la formación de agregados estables, lo que evita la formación de costras y el escurrimiento superficial. Al mejorar el suelo, se obtienen cosechas mayores, con ahorros de fertilizantes y se conserva el principal recurso natural con el que se cuenta.

El efecto de los abonos verdes sobre el nivel de materia orgánica del suelo depende de las características del material añadido, el suelo, el clima, la actividad microbiana y las prácticas agrícolas; los materiales con alto contenido de N no mantienen elevados niveles de este componente del suelo, debido a que su descomposición ocurre muy rápido (De la Cruz y Martin, 2012).

2.3.2. Tipos de fertilizantes orgánicos

2.3.2.1. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son aquellos producidos con materiales de origen animal o vegetal. Un gran número de materiales orgánicos puede ser utilizado como abono y suministro de nutrientes a las plantas. Algunos de ellos pueden ser fuentes orgánicas de la misma granja.

De esta forma muchos desechos o subproductos de la granja se pueden utilizar como abono, reciclando los nutrientes, lo que es muy importante tanto desde el punto de vista económico como ecológico, por las siguientes razones; aun en épocas de máxima producción de abonos químicos, el consumo mundial de N y P en abonos orgánicos ha superado al consumo de abonos químicos. La creciente escasez y el alto costo de los energéticos en el mundo restringirá la producción de abonos químicos; por lo tanto debe buscarse el aprovechamiento máximo de los orgánicos. Los problemas de contaminación ambiental derivados de las plantas productoras de fertilizantes, así como del uso excesivo de abonos químicos u orgánicos, hacen necesario determinar las dosis óptimas económicas de nutrientes procedentes tanto de fuentes orgánicas como químicas.

2.3.3. Clasificación de los abonos orgánicos

2.3.3.1. Abonos verdes

Los abonos verdes son todas las plantas, preferentemente en estado de floración, que se entierran en el suelo para mejorar la fertilidad y el contenido de carbono orgánico de los suelos.

Las malas prácticas de cultivo y el constante uso de fertilizantes químicos, ha provocado que en algunas regiones la producción agrícola disminuya, se bloquee la asimilación de micronutrientes como el hierro, manganeso , zinc y cobre, y se reduzca la población de

microorganismos, por la disminución del contenido de carbono orgánico y la fracción húmica del suelo.

El uso de abonos verdes es una alternativa de la agricultura orgánica, que es viable y económica para aportar nutrimentos, carbono orgánico y mejorar las propiedades de los suelos. Esta es una práctica agronómica importante que utiliza a las plantas (especialmente leguminosas) como abono, en rotación, sucesión y alternancia de cultivos.

Los abonos verdes son plantas que se cultivan para ser enterradas en verde, tienen un alto contenido de agua, azúcares, almidón y nutrimentos que requieren los cultivos. Las raíces también incrementan el contenido de materia orgánica del suelo y ayudan a mejorar las propiedades físicas del mismo (Sagarpa, 2009).

2.3.3.2. Residuos de cosecha

Se usa el cultivo anterior integrándolo al suelo por medio del barbecho, para que el nuevo cultivo aproveche los nutrimentos que restituye esta práctica.

2.3.3.3. Algas

Las algas tienen grandes propiedades fertilizantes y facilitan la fijación de nitrógeno. Estimulan los sistemas de defensas propios de las plantas.

2.3.3.4. Compost

Es el mantillo obtenido por la descomposición de restos vegetales. El proceso de descomposición mejora la estructura y enriquece el material, también elimina los patógenos.

2.3.3.5. Humus de lombriz

Resultado de la transformación de materiales orgánicos por las lombrices. Tiene excelentes propiedades ya que la materia orgánica está ya muy descompuesta. Es una acción rápida y secreta calcio orgánico, que es importante para la fertilidad y estabilidad del suelo (Trinidad, 2009).

2.3.4. Estiércol

El estiércol está formado por excreciones animales y material de cama, generalmente paja, en distintas proporciones y en distintas fases de descomposición. En algunos sistemas de estabulación, el estiércol se retira cada día, lo que requiere el manejo de material fresco. En otros, principalmente corrales con paja, el estiércol de establo se forma gradualmente durante el período de estabulación. En los gallineros, las virutas de madera son la forma habitual de cama y es probable que la descomposición apenas haya empezado (v.g. estiércol de pollo de engorda) o que ya esté muy avanzada (v.g. cama permanente) (Lampkin, 2001).

En la actualidad, los estiércoles son de uso predominante en la agricultura. El estiércol se incorpora al momento de la arada 1 o 2 meses antes de la siembra, y debe ser distribuido uniformemente y desmenuzado. Los estiércoles son necesarios en todos los sistemas de producción agrícola, tal como lo señalan los resultados de Rodríguez, 1967, quien reporto que en el valle de México, los suelos dedicados al monocultivo de maíz de temporal logran estabilizarse con un contenido de materia orgánica de alrededor de 1%; sin embargo, los suelos de granjas lecheras reciben hasta 100 toneladas de estiércol húmedo por hectárea cada 4 ó 5 años y llegan a contener hasta 8% de materia orgánica con la rotación alfalfa-maíz forrajero.

Uno de los efectos más importantes de los estiércoles en el suelo es el suministro de N aprovechable para las plantas. Sin embargo, la liberación de este nutrimento sólo ocurre cuando existe una relación estrecha carbono/nitrógeno (C/N) en el material utilizado. De acuerdo con Tisdale y Nelson, 1982, puede decirse que:

- a) Si la relación C/N es mayor de 30, no hay liberación inmediata de N aprovechable, sino más bien una movilización microbiológica temporal de las formas nítricas y amoniacales, reduciéndose la capacidad de aprovechamiento del nitrógeno en el suelo.
- b) Si la relación C/N es menor de 20, algo de N se mineraliza quedando disponible para las plantas.

Tal como ocurre con el nitrógeno, la capacidad de aprovechamiento del fósforo y del azufre contenidos en los abonos orgánicos se halla en cierta forma regulada por la relación de concentración de carbono y de aquellos elementos en el material orgánico. Si la relación C/P es igual o menor de 200, ocurre mineralización del fósforo orgánico durante la descomposición de la materia orgánica. Si por el contrario dicha relación es igual o mayor que 300, ocurrirá una inmovilización del fósforo aprovechable durante el mismo proceso. La relación crítica C/S en la fracción orgánica del suelo es aproximadamente de 100, pudiendo ocurrir fijación o liberación de azufre bajo relaciones más amplias o más estrechas, respectivamente, en el material orgánico incorporado.

Las adiciones constantes de estiércol al suelo se traducen en una creciente cantidad de N mineralizado año tras año, con el riesgo de reducir su eficiencia o de contaminar acuíferos si las dosis son elevadas (Núñez, *et al.*, 1981).

2.3.4.1. Disponibilidad del nitrógeno

Debido al uso de distintos tipos de cama en diferentes cantidades, y a que se mantiene a los animales con dietas a veces muy diversas, la composición de nutrientes del estiércol puede variar enormemente. En algunos casos, puede ser útil analizar el material directamente, pero a menudo el material no es homogéneo y es difícil obtener resultados generalizados.

El estiércol contiene menos nitrógeno soluble que el purín, lo que provoca una mineralización más lenta, y por consiguiente una cifra de disponibilidad similares tanto si el estiércol se aplica en otoño como en primavera. Se ha comprobado que la relación entre el carbono y el nitrógeno (C/N) es el principal factor que afecta la disponibilidad del nitrógeno en los estiércoles. El estiércol fresco sin paja puede aumentar considerablemente los rendimientos, mientras que un contenido alto de carbono en el estiércol fresco con mucha paja puede disminuirlos.

Sin embargo, el conocer la relación C/N no permite predecir la mineralización del nitrógeno porque abonos orgánicos con la misma relación C/N pueden ser muy diferentes. En estiércoles composteados en condiciones aerobias, una mayor duración del tiempo de compostaje aumenta la estabilidad biológica de los complejos de nitrógeno y por lo tanto disminuye la disponibilidad del mismo. Esto tiene consecuencias para la utilización de los estiércoles en un sistema de agricultura ecológica. Si lo importante es que exista una mayor disponibilidad de nitrógeno, entonces deberá utilizarse material más fresco. Pero si lo más importante es que el material sirva para aumentar los niveles de materia orgánica del suelo, en ese caso será preferible utilizar estiércol compostado más maduro.

Aunque el aumento de las dosis de estiércol aplicado da como resultado un aumento en las cantidades de nitrógeno presente, la utilización del nitrógeno del estiércol por parte de las plantas disminuye a niveles más altos. En ensayos de campo, las aplicaciones repetidas han dado como resultado una asimilación de nitrógeno mayor que cuando se efectuaba una única aplicación en grandes cantidades. Uno de los ensayos mostro que las aplicaciones de estiércol repetidas anualmente aumentaban la asimilación total del nitrógeno dada la mineralización del estiércol residual acumulado, mientras que las aplicaciones puntuales de estiércol, no mostraban ningún aumento en la cantidad de nitrógeno mineralizado del suelo en el año siguiente. Habría que tener en cuenta, especialmente cuando se estercolan parcelas hortícolas, que se puede producir una asimilación exuberante del nitrato, en cuyo caso el nitrato queda acumulado como tal en el material de la planta (Lampkin, 2001).

2.3.4.2. Pérdidas de nitrógeno

La mayor parte de las pérdidas que se producen durante el almacenamiento de los estiércoles son gaseosas. Se pierde amonio cada vez que se mueve un montón; además, el interior de los montones bien compactados puede hacerse anaerobio produciéndose una desnitrificación. Las pérdidas aumentan al prolongarse el tiempo de almacenamiento, y son menores durante el invierno, creciendo rápidamente a principios de primavera. La relación C/N alta (sobre 40) produce menos pérdidas. Añadir más paja a los materiales de cama no suele aumentar la relación C/N en el producto final, porque la paja extra sirve para absorber más orina. Si se desea una relación C/N más alta, debe añadirse la paja cuando se ha retirado el material de la cama.

Las pérdidas debidas al lavado de los montones sin proteger pueden ser importantes. En un ensayo, la protección del estiércol de la lluvia provocó su desecamiento, se retardó la descomposición y se aceleró la volatilización del amonio. Las pérdidas de nitrógeno por pérdidas de líquido se redujeron; 4-6% bajo cubierta frente a 10-14% sin proteger. Las pérdidas por lavado en los montones de estiércol se producen principalmente en forma de compuestos orgánicos, en cuyo caso las pérdidas de nitrato son insignificantes. La relación C/N no parece afectar a las pérdidas por lavado.

Las pérdidas producidas al aplicarse el estiércol son principalmente por volatilización, siendo mayores con temperaturas más altas, por lo que debe evitarse su aplicación con clima cálido. Según ensayos realizados el 60-90% del amonio en el estiércol de vaca puede volatizarse entre los 5 y 25 días después de una aplicación de estiércol en la superficie. Las pérdidas generadas por su aplicación pueden reducirse incorporando el estiércol al suelo tan pronto como se pueda. Se pueden producir pérdidas por desnitrificación si el estiércol se descompone rápidamente en un suelo caliente y húmedo, lo que agota las reservas de oxígeno en el suelo (Lampkin, 2001).

2.3.4.3. Estiércol frío

Una manera tradicional de almacenar el estiércol en Europa Central es la técnica del estiércol frío, en la que el estiércol es cuidadosamente apilado y compactado para crear condiciones totalmente anaerobias donde el aire se excluye del montón. La temperatura del montón permanecerá a unos 30°C. La ventaja de esta técnica es que las pérdidas por volatilización del amonio son mínimas. Se producen, sin embargo, grandes pérdidas al aplicarlo, porque el material debe dejarse sobre la superficie del suelo si quiere evitarse que los compuestos tóxicos producidos en el proceso no inhiban el crecimiento de las raíces y los procesos microbianos del suelo. Bajo estas condiciones completamente anaerobias, muchas semillas de malas hierbas y patógenos son destruidas por las concentraciones de amonio y la falta de oxígeno (Lampkin, 2001).

2.3.4.4. Estiércol caliente

Es un método que intenta combinar procesos aerobios y anaerobios controlados, como es el ejemplo de la técnica del estiércol caliente. Esta técnica supone la adición gradual de capas de estiércol, que se empiezan a descomponer de forma aerobia con temperaturas que alcanzan los 40-50°C, antes de que se añadan otras capas a intervalos de 2-4 días. A medida que esas capas se añaden, la parte inferior del montón se hace anaerobia, descendiendo la temperatura hasta los 30°C. Esto sucede de forma natural y no se debe tanto a una premeditada compactación. La producción diaria de estiércol fresco significa que deben mantenerse simultáneamente varios montones, que pueden utilizarse después de tres meses. Este método mantiene un mayor contenido de carbono que el compostaje, pero aun así consigue eliminar las semillas de las malas hierbas y los patógenos. Sin embargo, el proceso requiere mucho trabajo y un tratamiento cuidadoso, por lo que probablemente no es adecuado para la mayoría de las situaciones de Gran Bretaña (Lampkin, 2001).

2.3.4.5. Estiércol y Abonos líquidos

El estiércol líquido o purín es un material difícil de manejar; la obtención de un lugar de almacenaje seguro a largo plazo es caro, por lo que su aplicación a menudo se lleva a cabo en períodos inadecuados del año por necesidades de espacio. Eso conlleva serias implicaciones de contaminación y provoca el desperdicio de valiosos nutrientes. Las

aplicaciones de purín desde otoño a enero, cuando la toma de nitrógeno del cultivo es pequeña y la precipitación excede a la evaporación, son generalmente menos eficaces dada la desnitrificación o el lavado del nitrato. En la medida de lo posible, el purín no deberá aplicarse durante los meses de invierno (Lampkin, 2001).

2.3.5. Fertilizante químico

Por definición, un fertilizante es cualquier material orgánico o inorgánico, natural o sintético, capaz de proporcionar a las plantas uno o más de los elementos químicos esenciales para su normal desarrollo. Desde luego, para justificar su comercialización, su contenido nutrimental debe ser suficiente para amortizar los costos de transporte, almacenamiento y manejo. Fertilizante es cualquier material natural o sintético, que contiene al menos 5% de uno o más de los tres nutrimentos primarios (N, P₂O₅, K₂O).

Para que un material que contiene alguno o algunos de los elementos esenciales sea capaz de proporcionarlos a la planta a través de las raíces o del follaje y recibir así el calificativo de fertilizante, se requiere que tales elementos se encuentren en una forma química susceptible de ser absorbida; es decir, en forma asimilable o disponible. Las formas asimilables son, desde luego, las solubles en agua, pero también lo son las solubles en ciertas soluciones ácidas o alcalinas.

Con fines de evaluación de la disponibilidad de nutrimentos en los fertilizantes, se ha correlacionado experimentalmente la absorción de ellos por la planta y la magnitud de su solubilidad en diferentes soluciones. En el caso de la mayoría de los fertilizantes nitrogenados y potásicos, su solubilidad en agua es un índice de capacidad de aprovechamiento; sin embargo, en el caso de los abonos orgánicos es preferible considerar el nitrógeno total, y que durante su mineralización en el suelo pasa a formas aprovechables. Existen también fertilizantes químicos nitrogenados de lenta solubilidad o con gránulos recubiertos de sustancias semipermeables o temporalmente impermeables; aunque la mayor parte de su nitrógeno no es inmediatamente soluble al agua, su disponibilidad es total durante un ciclo de cultivo y su eficiencia llega a superar a la de los fertilizantes de alta solubilidad, por reducir las pérdidas por lavado o solarización. En estos casos, la solubilidad del fertilizante se mide en porcentaje, a diferentes periodos de tiempo.

En cuanto a los fertilizantes fosfatados, los hay desde aquellos totalmente hidrosolubles, como el fosfato mono amónico, hasta los considerados insolubles en agua, como las escorias básicas. Para evaluar su capacidad de aprovechamiento, además de si es soluble en agua, se mide si es soluble en soluciones neutras o alcalinas de citrato de amonio, o bien en soluciones de ácido cítrico o fórmico, o aun el fósforo total, según el material considerado y las normas del país en que se emplea. En México y en los Estados Unidos, el contenido garantizado del P_2O_5 asimilable en todos los fertilizantes es el soluble en citrato de amonio neutro, incluyendo el hidrosoluble que el citrato soluble, especialmente para suelos alcalinos.

Se acostumbra reportar los porcentajes de disponibilidad de los macronutrientes primarios en México y en la mayoría de los países, en forma de nitrógeno elemental (N), pentóxido de fósforo (P_2O_5) y óxido de potasio (K_2O). Los nutrimentos secundarios y los micro nutrimentos se reportan en forma elemental, aunque el calcio y el magnesio algunas veces se reportan como óxidos (CaO, MgO).

2.3.5.1. División de fertilizantes de acuerdo a su estado físico

2.3.5.1.1. Sólidos

Son generalmente los más utilizados; pueden estar en forma de polvo, cristales, gránulos o compactados.

2.3.5.1.2. Ultra soluble

Nombre dado a fertilizantes de alta solubilidad, normalmente utilizados para fertirrigación por goteo o micro aspersión.

2.3.5.1.3. Líquidos

Pueden ser simples como las soluciones nitrogenadas y el agua amoniacal, o compuestos como las soluciones o suspensiones con dos o más elementos esenciales.

2.3.5.1.4. Gaseosos

Como tal, solo se utiliza el amoníaco anhidro. En su almacenaje se mantiene en forma líquida muy fuertemente comprimido y cuando se aplica al suelo se gasifica.

2.3.5.2. Clasificación de acuerdo a elementos nutritivos principales

2.3.5.2.1. Fertilizantes simples y compuestos

Como se ha explicado anteriormente, los abonos pueden contener uno o más de los elementos nutritivos principales (N, P, K). En el primer caso se tienen los abonos o fertilizantes simples que según el elemento que contengan se denomina abonos nitrogenados (N), fosfatados (P) o potásicos (K). En el segundo caso se habla de abonos compuestos, cuando estos se obtienen por simple mezcla más o menos elaborada de

componentes simples. Cuando se obtienen productos con más de un nutriente principal pero mediante combinación química de varios productos se suelen denominar abonos complejos. En cualquier caso, cabe distinguir dentro de los abonos compuestos o complejos, entre abonos o fertilizantes binarios o ternarios según que contengan dos o tres de los elementos citados, independientemente de cualquier otro elemento nutritivo que pudiera tener (Domínguez, 1990).

2.3.5.2.2. Complejos

Cuando químicamente contienen dos o más macronutrientes primarios y son una mezcla de sales producto de reacciones químicas, incluyendo como materias primas roca fosfórica, ácidos sulfúrico y fosfórico, NH_3 y KCl (v.g. 15-15-15 y 17-17-17).

2.3.5.2.3. Mezclas físicas

Normalmente se elaboran a base de fertilizantes sólidos de baja concentración como sulfato de amonio, superfosfato simple y KCl , resultado con análisis tipo 10-8-4, 12-6-6, etc. En las mezclas físicas se recomienda que sus componentes tengan un tamaño de partículas semejantes para evitar segregación y una distribución no uniforme en el terreno (Salgado, *et al.*, 2010)

2.4. Densidades de población

Como consecuencia directa, y en estrecha relación con el híbrido concreto más adaptado a cada cultivador, se perfila el concepto de densidad de población, definiéndose como el número de plantas presentes en un metro cuadrado de superficie. Se habla comúnmente de densidad de población teórica, que se calcula en función de la distancia entre líneas y dentro de las líneas, y de densidad de población real (que suele ser inferior en un 10-15% de la teórica) que es la que efectivamente hay en el campo. Recordemos a este efecto, que se debe combatir con decisión la idea muy difundida de que la densidad de población está ligada al ciclo, o mejor dicho, a la longitud del ciclo vegetativo del híbrido; por el patrimonio genético de cada variedad y, por tanto, varía de híbrido a híbrido. Así, se puede comprobar que determinados híbridos precoces cultivados a altas densidades producen muy poco, del mismo modo que híbridos tardíos, con bajas densidades, producen menos de lo que permite su potencial genético (Bartolini, 1990).

La densidad de siembra depende también del clima, de las condiciones del suelo y de la variedad de 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 tienen aproximadamente 3,000 semillas por kg, dependiendo del tamaño de la semilla. Se necesita de 15 a 20 kg de semillas por hectárea para lograr una densidad de 50,000 plantas por hectárea, o sea, cinco plantas por metro cuadrado.

De las variedades enanas, se necesitan 25 kg de semilla para 70,000 plantas por hectárea, o sea, siete plantas por metro lineal. Para las variedades de forrajes, se requieren 120,000 plantas por hectárea, para obtenerlas, el productor debe sembrar 50 kg de semilla por hectárea.

La densidad depende de ciertas condiciones como lo es el suelo, ya que en suelos húmedos en su parte superior, se siembra a mayor densidad, con una distancia menor entre hileras, para evitar excesivas pérdidas de agua por evaporación, en suelos secos en la parte superior, la pérdida es por transpiración de las plantas. En este caso se siembra a menor densidad. En terrenos susceptibles a erosión, se siembra el maíz en fajas anchas. Entre estas se siembra fajas con pastos, para contrarresta la erosión. Durante un período de sequía, se debe eliminar el pasto para ahorrar agua.

La distancia entre hileras depende principalmente de las exigencias de la mecanización del cultivo. Las cosechadoras de maíz están equipadas con cabezales aptos para distancias entre hileras de 75 a 100 cm (Parsons, 1999).

III.MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del experimento

El estudio se realizó en la localidad del rancho el Retiro, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, ubicado a 6.5 km en la carretera de Concordia a Sofía, colindando con el Rancho de la Empresa de Hortalizas de la Laguna.

3.2. Preparación del terreno

Las labores se iniciaron el 15 de marzo del 2013, se comenzó utilizando el implemento de subsuelo para romper la capa compacta que se había formado por el paso del tractor, se realizó a 50cm de profundidad. Se integró el estiércol al suelo y se efectuó el barbecho para el volteo de la capa arable del suelo a una profundidad de 30cm, Terminando se pasó la rastra de discos para el rompimiento de terrenos que quedaron de la labor del barbecho, habiendo terminado estas labores se realizó la nivelación del terreno para eliminar irregularidades que hayan quedado en él.

3.3. Material vegetativo

Híbrido de maíz AN-447.

3.4. Siembra y Fertilización

3.4.1 Siembra

La siembra se realizó de forma manual, con la ayuda de alumnos de primer semestre, el 01 de abril del 2013, a una distancia entre surcos y surco de 75 cm, y la distancia entre planta y planta fue dependiendo de las densidades establecidas que fueron de 25 cm para 50,000 plantas, 16 cm para 80,000 plantas y 12 cm para 110,000 plantas, esto se efectuó con la ayuda de una cinta métrica marcando manualmente y con cal los puntos de siembra para no cometer errores, colocándose en los extremos de la cinta y marcando las parcelas a las distancias correspondientes a cada densidad. A los 30 días de la siembra se llevó a cabo el desahijé.

3.4.2. Fertilización

La fertilización se realizó de acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis de suelo y estiércol, en los cuales se indicó que el suelo era medianamente alcalino, con un contenido de materia orgánica medio y la disponibilidad de nitrógeno y fósforo bajos, en los carbonatos totales la disponibilidad es baja, en cuanto al potasio disponible fue medio y con esto se llegó a la estimación de que la dosis de fertilizante sería de 130-60-00 (Análisis de suelo cuadro 1).

En el caso del estiércol se tuvo un pH fuertemente alcalino, una disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio alto, y en cuanto al diagnóstico de salinidad (por conductividad eléctrica) fue fuertemente salino (Análisis de estiércol cuadro 2).

Cuadro 1. Resultados del análisis de suelo

Fertilidad	Pozo No. 1	Pozo No. 1	Pozo No. 2	Rangos Óptimos para suelo
	0-30 Arena Franco	30-60 Mig Arenoso	0-30 Arena Franco	
pH (Disolución 1:1)	7.77 MA	7.74 MA	7.72 MA	6.5 - 7.5
Materia orgánica (M.O.) %	3.69 M	3.69 M	0.62 P	> 3.0
Nitratos de Nitrógeno (N-NO ₃) ppm.	5.40 B	2.60 B	14.60 B	> 30.0
Fósforo Disponible (P) ppm.	12.50 B	21.60 M	3.10 B	> 30.0
Carbonatos Totales (C.T.) %	9.70 B	11.50 M	8.90 B	< 15.0
Potasio (K) p.p.m.	144.0 M	149.0 M	239.0 A	> 170.0
Hierro (Fe) ppm.	1.24	1.23	1.27	2.5 - 4.5
Cobre (Cu) ppm.	0.61	0.4	0.58	0.3 - 1.0
Zinc (Zn) ppm.	0.68	0.44	0.8	0.5 - 1.0
Manganeso (Mn) ppm.	1.17	1.11	1.75	1.0 - 2.5

Cuadro 2. Resultados del análisis del estiércol

Fertilidad	Muestra de composta	Rangos Óptimos p/suelos
pH (Disolución 1:1)	8.52 FA	6.5 - 7.5
Materia orgánica (M.O.) %	34.60 A	> 3.0
Nitratos de Nitrógeno (N-NO3) ppm.	57.20 A	> 30.0
Fosforo Disponible (P) ppm.	42.80 A	> 30.0
Carbonatos Totales (C.T.) %	16.85 A	< 15.0
Potasio (K) p.p.m.	655.7 A	> 170.0
Hierro (Fe) ppm.	7.56	2.5 - 4.5
Cobre (Cu) ppm.	4.74	0.3 - 1.0
Zinc (Zn) ppm.	6.82	0.5 - 1.0
Manganeso (Mn) ppm.	21.9	1.0 - 2.5
Salinidad	Muestra de composta	Rangos Óptimos p/suelos
pH	8.69 FA	6.5 - 7.5
Conductividad Eléctrica (mScm-1)	8.02 FS	2.0 - 8.0

Fertilizantes empleados, MAP 11-52-00 (500 gr), sulfato de amonio 20.5-0-0 (1,200 kg) y estiércol bovino. (Cuadro 3)

Cuadro 3. Aplicaciones de fertilizantes

Fertilizantes	Dosis/ha	Aplicaciones	Fechas
MAP (Fosforo)	130-60-00	siembra	13-May-13
		1er. Auxilio	08-Jun-13
Sulfato de Amonio			
Estiércol bovino	800 kg	siembra	13-May-13
		1er. Auxilio	08-Jun-13

3.5. Riegos

Cuadro 4. Registros de riegos

Riegos	Fechas	Lamina de Riego
1er. Riego	02/04/2013	20
2o. Riego	24/04/2013	15
3er. Riego	16/05/2013	15
4o. Riego	07/06/2013	15
Total		65 cm

3.6. Control de maleza

Control mecánico, se utilizó personal del rancho para la eliminación de malezas por medio de limpieza manual y con azadón.

3.7. Control de plagas

Cuadro 5. Aplicación de plaguicida

PLAGAS	PLAGUICIDA	I.A.	DOSIS (kg/ha)/200L agua	NO. APLIC.	DDS
Gusano cogollero (spodoptera frugiperda)	Bacimin	Bacillus thuringiensis var. Kurstaki	0.25 - 1.0	1	40

3.8. Cosecha

La cosecha se efectuó manualmente el día 7 de septiembre 2013, se marcaron las treinta y seis parcelas y se tomaron 15 plantas de cada parcela para evaluar, esto se realizó cuando la planta contenía un bajo porcentaje de humedad, el grano se encontraba entre el 15 y 20% (lo que facilitó el desgrane) después de cosechar se procedió a separar la mazorca, medir la planta, pesarla y en el caso de las mazorcas se les retiró la hoja, el grano y el olote con la finalidad de obtener el rendimiento por fuente de fertilización y densidad.

3.9. Diseño experimental

El experimento se implementó como un bifactorial utilizando seis tratamientos representados por tres densidades de población y dos fuentes de fertilización, los que se distribuyeron en un diseño de parcelas divididas en bloques y tres repeticiones. El factor principal está representado por dos fuentes de fertilización y la subparcela por tres densidades de población. El tamaño de las unidades experimentales fue de cinco surcos de 30 metros de longitud, separados a un metro y las densidades de planta que se utilizaron fueron de 50,000, 80,000 y 110,000 plantas por hectárea. La dosis de fertilización se basó en las condiciones del suelo.

3.10. Tratamientos

Dos fuentes de fertilización (Orgánica e Inorgánica) a densidades de 50,000, 80,000 y 110,000 plantas por hectárea.

3.11. Distribución de los tratamientos

DENSIDADES DE POBLACION:

1= 50,000 plantas/ha
 2= 80,000 plantas/ha
 3= 110,000 plantas/ha

FERTILIZACION INORGANICA	3	1	2
	3	1	2
	2	3	1
	1	2	3
TESTIGO	1	3	2
	2	1	3
	2	1	3
	3	2	1
FERTILIZACION ORGANICA	2	3	1
	3	2	1
	3	1	2
	2	1	3

3.12. Variables de evaluación

3.12.1. Altura de planta

La altura de la planta se tomó con una cinta métrica, colocando la planta sobre una mesa y con la cinta midiendo del extremo inferior al superior (espiga), anotando los datos en la bitácora de campo, después fueron pasados a un documento de Excel, donde por medio de una formula se sacó la media, y se llenó el cuadro de resultados.

3.12.2. Numero de hojas por planta

El conteo de número de hojas por planta se efectuó manualmente, donde se fueron contando hoja por hoja hasta terminar el conteo de las 540 plantas que son el total de plantas entre las 36 parcelas del experimento, anotando los datos en la bitácora de campo, después fueron pasados a un documento de Excel, donde por medio de una formula se sacó la media, y se llenó el cuadro de resultados.

3.12.3. Peso de la planta

El peso de la planta se realizó con la ayuda de rafia y una báscula granataria, se utilizó la rafia para amarrar las plantas en grupos de quince y así sacar los datos por parcela, se anotaron los datos en la bitácora de campo, después fueron pasados a un documento de Excel, donde por medio de una formula se sacó la media, y se llenó el cuadro de resultados.

3.12.4. Peso del grano

El peso del grano se obtuvo mediante el desgrane de las mazorcas de forma manual y mecánica, posteriormente se pesaron contenidas en bolsas de plástico en la báscula granataria, se anotaron los datos en la bitácora de campo, después fueron pasados a un documento de Excel, donde por medio de una formula se sacó la media, y se llenó el cuadro de resultados.

3.12.5. Peso del olote

El peso del olote se obtuvo después del desgrane, se colocaron los olotes en grupos de quince por bolsa y se pesaron en la báscula granataria, se anotaron los datos en la bitácora

de campo, después fueron pasados a un documento de Excel, donde por medio de una formula se sacó la media, y se llenó el cuadro de resultados.

3.12.6. Diámetro ecuatorial del olote

El diámetro del olote se obtuvo midiendo con cinta costurera justo por el centro del olote, se anotaron los datos en la bitácora de campo, después fueron pasados a un documento de Excel, donde por medio de una formula se sacó la media, y se llenó el cuadro de resultados.

3.13. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con las medias de los resultados obtenidos de las variables evaluadas y estos se evaluaron con el paquete SAS.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de planta

La altura de planta alcanzada en los tratamientos evaluados se presenta en la figura 1. El análisis de varianza realizado para esta variable detecto diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización orgánica, inorgánica y testigo con respecto a las distintas densidades de población, alcanzando valores de 197.87, 226.73, 229.47, 175.73, 247.33, 211.47, 170.4, 238.8 y 232.93 respectivamente. Rangos de altura muy similares a los obtenidos por Uribe *et al.*, 2007 quien con la aplicación de biofertilizantes a una densidad de 80,000 plantas por hectárea de maíz, obtuvo una altura de planta de 2.37 a 2.45 m. Este efecto es debido a varios factores como lo son el clima, temperatura, horas luz, agua y fertilización, que son muy importantes en el desarrollo de la planta.

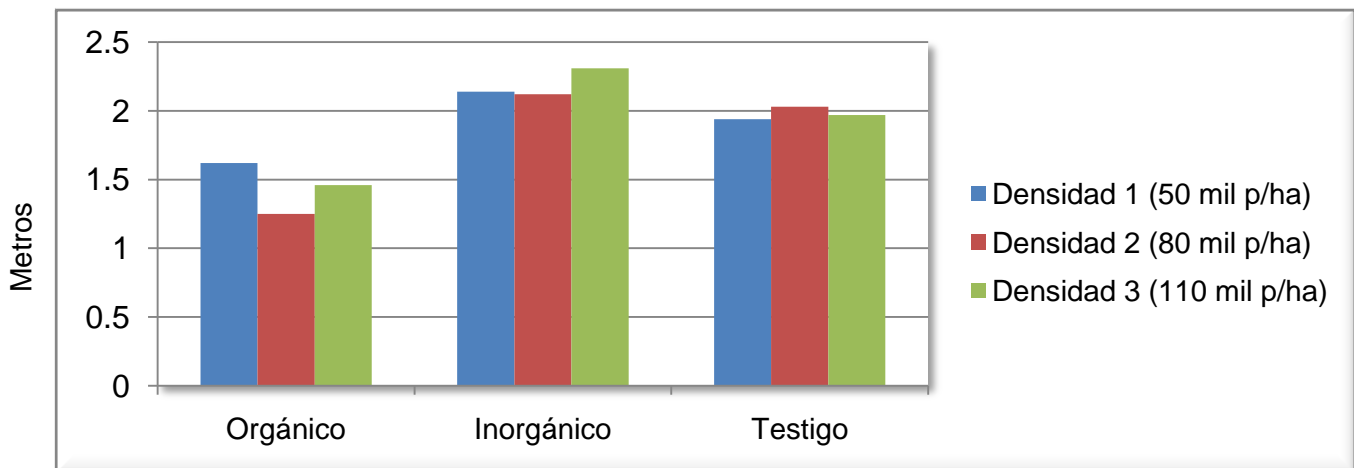


Figura 1. Grafica de evaluación de altura de planta

4.2. Numero de hojas

El número de hojas por planta bajo los tratamientos evaluados, se presentan en la figura 2. El análisis estadístico realizado encontró diferencia significativa entre los tratamientos de fertilización orgánica, inorgánica y testigo con respecto a las distintas densidades de población, obteniendo valores de 10.57, 10.97, 10.49, 7.95, 11.27, 12.02, 8.53, 12.25 y 11.28 hojas respectivamente. El rango de numero de hojas por planta antes mencionado fue inferior al obtenido por Martínez *et al.*, 2006, que evaluando el desarrollo y producción de diferentes híbridos de maíz bajo fertilización inorgánica, obtuvo un promedio de 17 hojas por planta. Lo cual puede ser resultado del tipo de híbrido evaluado, el cual es diferente al evaluado en este experimento.

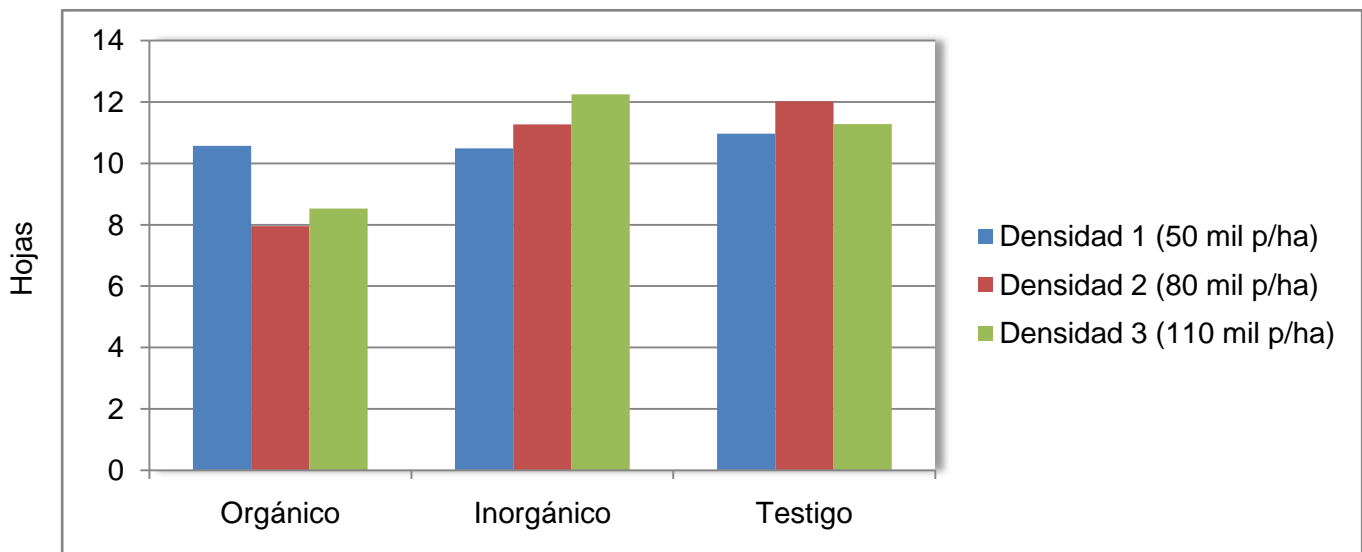


Figura 2. Grafica de evaluación de número de hojas

4.3. Peso de planta/ha

El peso de las plantas de los tratamientos evaluados se presenta en la figura 3. El análisis de varianza realizado para esta variable detectó diferencias altamente significativas entre los tratamientos de fertilización orgánica, inorgánica y testigo con respecto a las distintas densidades de población, alcanzando valores de 4.578, 8.395, 7.002, 3.636, 6.580, 6.466, 4.219, 8.451 y 5.818 toneladas por hectárea. Este rango es similar al obtenido por Bartolini, 1990 que evaluando la producción de maíz a diferentes densidades de población obtuvo producción de forraje de 6 a 8.5 ton/ha con una densidad de 70,000 plantas por hectárea. Esta variable se debe al tipo de suelo y a la fertilización.

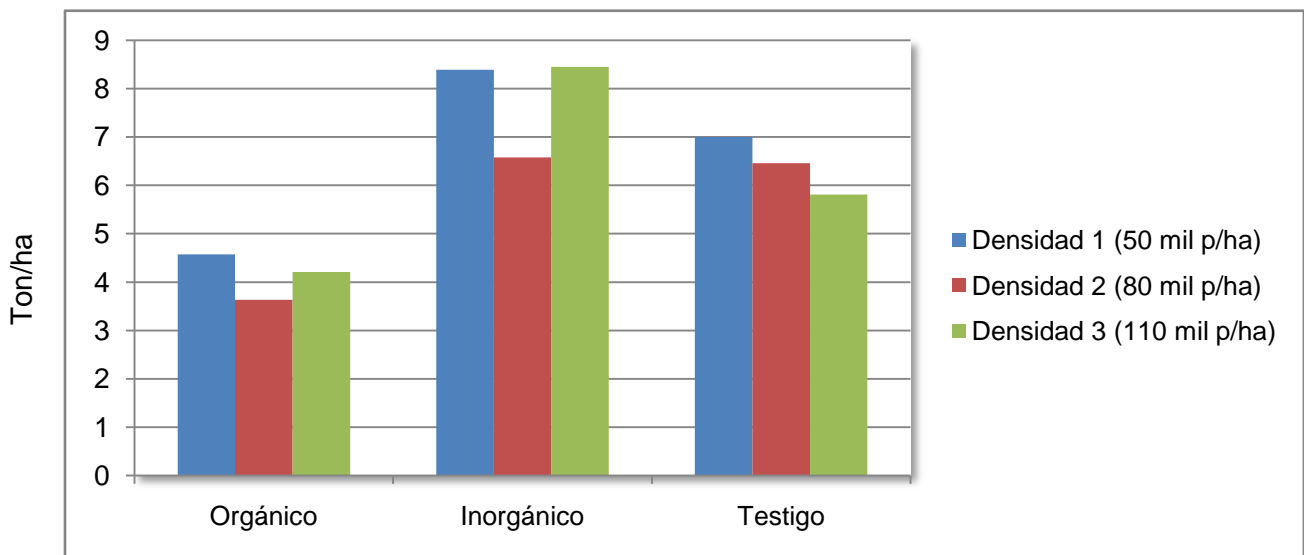


Figura 3. Análisis de varianza del peso de planta

4.4. Peso de grano

El peso de grano de los tratamientos evaluados se presenta en la figura 4. El análisis de varianza realizado para esta variable detectó diferencias altamente significativas entre los tratamientos de fertilización orgánica, inorgánica y testigo con respecto a las distintas densidades de población, variando entre una y cinco toneladas. La fertilización inorgánica alcanzó el mayor peso de grano por hectárea con 8.086 toneladas, seguido por el testigo con 5.118 toneladas, siendo el más bajo el orgánico con 3.091 toneladas, evaluados con la primera densidad respectivamente. Siendo la segunda densidad la de más bajo peso de grano en los tratamientos de fertilización inorgánica y orgánica con 6.457 y 2.278 toneladas. El estudio realizado por Lampkin, 2001 ha comprobado que la relación entre el carbono y el nitrógeno (C/N) es el principal factor que afecta la disponibilidad del nitrógeno en los estiércoles por lo que la planta no obtiene el nitrógeno que necesita para su óptimo desarrollo y rendimiento. El bajo peso del grano en la fertilización orgánica se debe a la falta de disponibilidad de nitrógeno por la densidad de población, ya que a más alta densidad más competencia y por ende menos elementos esenciales disponibles para cada planta.

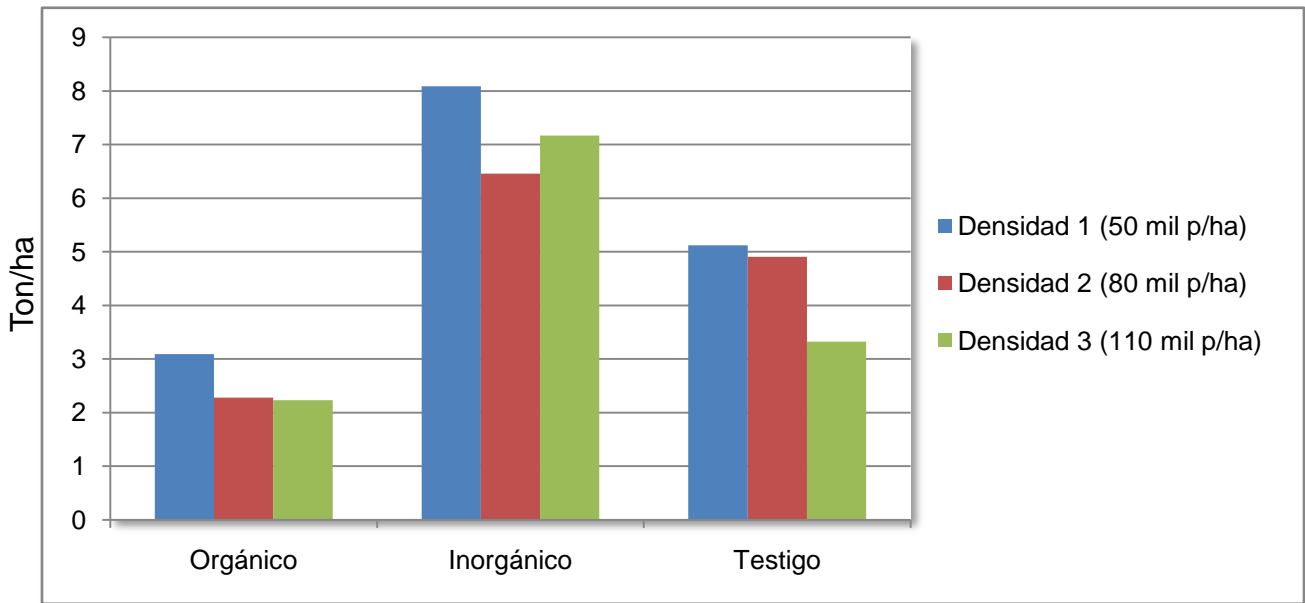


Figura 4. Grafica de evaluación del peso del grano

4.5. Peso de olote

El peso de olote de los tratamientos evaluados se presenta en la figura 5. El análisis de varianza realizado para esta variable detectó diferencias altamente significativas entre los tratamientos de fertilización orgánica, inorgánica y testigo con respecto a las distintas densidades de población, variando entre 3 y 6 kg. El peso de olote más alto fue el de los tratamientos de fertilización inorgánica y testigo con la primera densidad, alcanzando valores de 15.19 y 9.95 kg respectivamente. El de menor peso de olote lo presentó el orgánico con la tercera densidad con 4.82 kg.

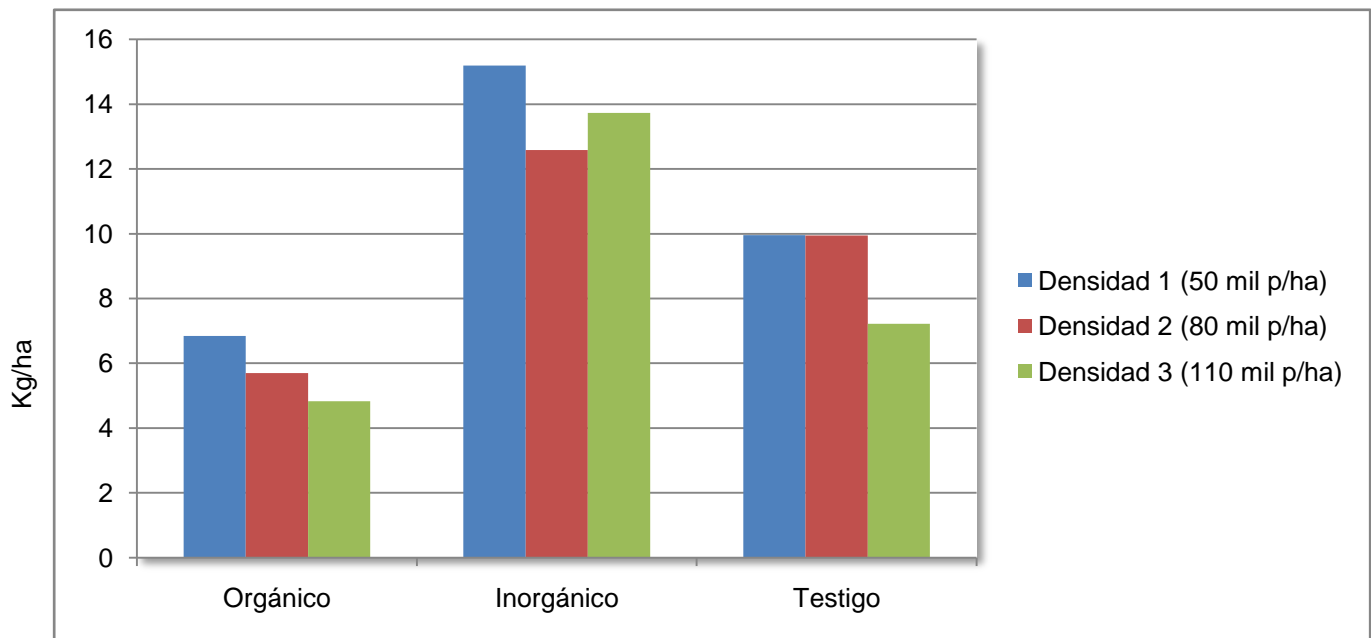


Figura 5. Grafica de evaluación del peso del olote

4.6. Diámetro ecuatorial del olote

El diámetro ecuatorial del olote de los tratamientos evaluados se presenta en la figura 6. El análisis de varianza realizado para esta variable no detectó diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización orgánica, inorgánica y testigo con respecto a las distintas densidades de población, alcanzando valores de 7.98 a 7.45, 8.82 a 8.58 y de 8.37 a 8.02 cm respectivamente. El diámetro ecuatorial fue similar al obtenido por Matheus *et al.*, 2004 con el uso de compost de residuos de la industria azucarera en el cultivo del maíz, alcanzando valores de 6.78 a 8.56 cm.

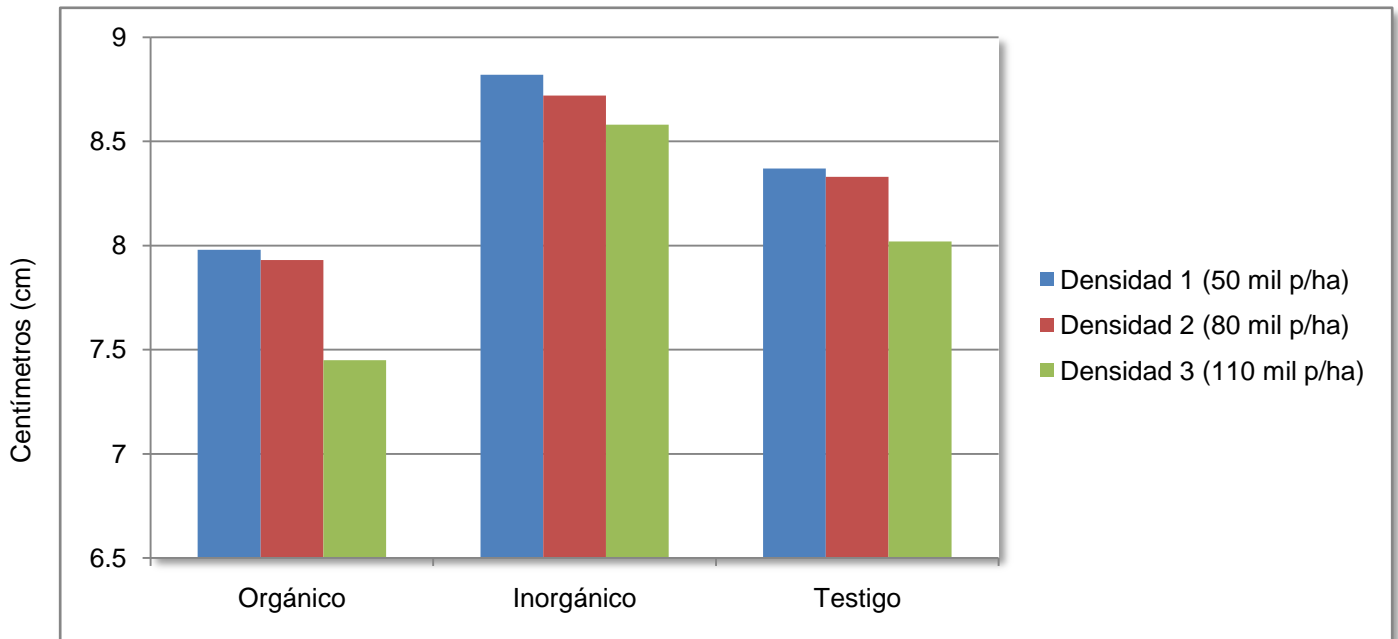


Figura 6. Grafica de la evaluación del diámetro ecuatorial del olote

V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que la producción fertilizada con el tratamiento inorgánico logro obtener los más altos rendimiento, en la densidad de 50,000 plantas por hectárea en peso de planta, peso de grano, peso de olote y diámetro del olote, en la densidad de 110,000 plantas por hectárea fue superior en altura de planta y numero de hojas.

Los valores más bajos los obtuvo el tratamiento de fertilización orgánica en altura de planta, numero de hojas, peso de planta en la densidad de 50,000 plantas por hectárea, peso del grano, peso del olote y diámetro ecuatorial del olote en la densidad de 110,000 plantas por hectárea.

El testigo en cuanto a la altura de planta se mantuvo uniforme aun con las distintas densidades, en el número de hojas la densidad de 80,000 plantas por hectárea tuvo valores más altos a comparación con las otras dos densidades, el peso de la planta fue disminuyendo conforme era más alta la densidad de población, igual paso con el peso del grano, peso del olote y diámetro ecuatorial.

Recordando que uno de los motivos de la baja productividad del tratamiento orgánico se debió a que era la primera vez que se empleaba estiércol en el terreno donde se llevó a cabo el experimento, por lo que sus necesidades nutrimentales eran más altas a las contenidas por este. Sin embargo se obtuvieron resultados muy similares a los obtenidos con el uso de biofertilizantes. Pero con esto no se quiere decir que no funcione, solo que necesita más tiempo para poder generar rendimientos, como se cita en la literatura, que necesita más tiempo para poder ser provechoso para la planta.

VI. LITERATURA CITADA

- Álvarez S.J., Gómez V.D., León M. Aurora, Gutiérrez M.S. 2010. Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agro ciencia*. México. Vol. 44.no. 5. *Fito ciencia*. Pág. 13
- Bartolini R. 1990. El maíz. Mundi-prensa.2ª. Edición. México, D.F. Pág. 71, 72, 73 y 74.
- Bonilla M.N. 2009. Manual de recomendaciones técnicas cultivo de maíz. 1ª. Edición. San José Costa Rica. Editorial INTA. Pág. 9, 10 y 14.
- Castañeda P. 2001. El maíz y su cultivo. Editorial AGTE S.A. 1ª. Edición. México, D.F. pág. 248 y 256.
- Campos F.J.P. 2006. Evaluación y selección de familias de medios hermanos derivados de la población Gómez Palacio. UAAAN. Ing. Agrónomo. Pág. 4.
- Domínguez V.A. 1990. El abonado de los cultivos. Editorial mundi-prensa. México, D.F. pág. 76 a 84.
- Estrada S.I. Producción de maíz forrajero en altas densidades de población bajo pivote central. Torreón, Coahuila, México. UAAAN. Ing. Agrónomo. Pág. 3
- Franco del C.R. 2004. Optimización del uso de estiércol de bovino en maíz (*Zea mays L*) forrajero. Torreón, Coahuila, México, D.F. UAAAN. Ing. Agrónomo. Pág. 7 y 10.
- García L.S., Bergvinson D. J. 2007. Programación integral para reducir perdidas pos cosecha en maíz. *Agricultura técnica en México*. V.33. n2. Pág. 15 Pp. 2, 3, 4 y 5.
- Gaytán B. R., Martínez G. M. I., Mayek P.N. 2009. Rendimiento de grano de forraje en híbridos de maíz y su generación avanzada F2, *Agricultura técnicas en México*. México. V.35.n3. pág. 10
- Jaime C. B., Galindo L. J. Nordar P. R. 2007. The effect of organic and inorganic fertilization on phytoplanktonic production in Boca Ambuila aquaculture station (Cuba). *REDVET. Revista electrónica de veterinaria* 1695- 7504. Cuba. Vol. 7. N. 10. Pág. 6.
- Lampkin N. 2001. *Agricultura ecológica*. Ediciones mundi-prensa. 1ª. Edición. México, D.F. pág. 89, 90 y 91

López C.P. 2000. Procedimiento de adaptación de los híbridos de maíz (*Zea mays L*) evaluados bajo condiciones de la región lagunera. Torreón, Coahuila, México. UAAAN. Ing. Agrónomo. Pág. 5

Ortiz R. I. N., 2008. Determinación de parámetros genéticos en rendimiento con híbridos simples a partir de líneas endogámicas en maíz (*Zea mays L*) para grano en Aguascalientes, Ags. Torreón Coahuila, México. UAAAN. Ing. Agrónomo. Pág. 4

Parsons D.B. 1999. Maíz. 4ª. Edición. Editorial trillas. México, D.F. pág. 35, 36 y 37.

Ruiz Figueroa J.F., 2010. Manejo de suelos arcillosos para una agricultura sustentable. UACH. México. Pág. 111 y 127.

Salgado García S., Núñez E.R., 2010. Manejo de fertilizantes químicos y orgánicos 1ª. Edición. Editorial bba. Pág. 115, 116 y 117.

Simpson K. 1991. Abonos y estiércoles. 1ª. Edición. Editorial ACRIBIA, S.A. Pág. 1,3 y 6.

Trinidad S.A. 2009. Abonos orgánicos. Sagarpa. Pág. 2, 10,11 y 12.