

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Producción de maíz (*Zea mays* L.) AN-447 bajo dos sistemas de riego

POR:

JOSE ALBERTO VALENZUELA PALACIOS

TESIS:

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

TORREON COAH, MEXICO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Producción de maiz (*Zea mays* L.) AN-447 bajo dos sistemas de riego

POR:

JOSÉ ALBERTO VALENZUELA PALACIOS

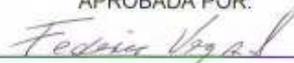
TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

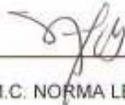
APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:



M.C. FEDERICO VEGA SOTELO

ASESOR:



M.C. NORMA LETICIA ORTIZ GUERRERO

ASESOR:



DR. LUIS JAVIER HERMOSILLO SALAZAR

ASESOR:



DR. HECTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



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. JOSÉ ALBERTO VALENZUELA PALACIOS Y QUE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

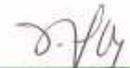
APROBADA POR:

PRESIDENTE:



M.C. FEDERICO VEGA SOTELO

VOCAL:



M.C. NORMA LETICIA ORTIZ GUERRERO

VOCAL:



DR. LUIS JAVIER HERMOSILLO SALAZAR

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

DEDICATORIA

A mis padres:

Sr. Martin Valenzuela Rey.

Sra. San Juana Palacios Espinoza.

Por darme la vida, sobretodo acompañándome en todo en todo momento, por darme la dicha de estudiar y orientarme en momentos difíciles.

A mis hermanos:

Abraham Valenzuela Palacios y Manuel de Jesús Valenzuela Palacios por compartir con migo esos momentos alegres.

A mis amigos:

Karina Isabel Monárrez Armendáriz e Sergio Iván Leos Zúñiga por acompañarme en toda mi carrera y todos esos momentos que compartimos juntos.

A mi novia:

Aimee Reyes Nava que estuvo con migo en parte de mi carrera y me apoyo para salir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Adiós por permitirme la vida y darme salud sobretodo dejarme llegar hasta este momento importante de mi vida.

A la UAAAN UL, por darme la oportunidad de formarme.

Al M.C. Federico Vega Sotelo por su confianza y el apoyo brindado para realizar este trabajo.

M.C. Norma Leticia Ortiz Guerrero por su colaboración y revisión para elaborar este trabajo.

Dr. Alfredo Ogaz por su valiosa colaboración y apoyo para realizar esta investigación.

Dr. Héctor Javier Martínez Agüero por su colaboración y revisión para realizar este trabajo.

Dr. Luis Javier Hermsillo Salazar por su colaboración y revisión para realizar este trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN.....	Vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	4
1.2 Hipótesis.....	4
1.3 II. REVISIÓN DE LITERATUR.....	5
2.1. Clasificación taxonómica del maíz.....	5
2.2. Morfología del maíz.....	5
2.2.1. Raíces.....	5
2.2.1.1. Seminales.....	6
2.2.1.2. Permanentes.....	6
2.2.1.3. Adventicias.....	7
2.2.2. Tallo.....	7
2.2.3. Hojas.....	7
2.2.4. Flor.....	7
2.2.5. Grano.....	9
2.3. Generalidades.....	10
2.3.1 Clima.....	10
2.3.2. Precipitación.....	11
2.3.3. Altitud.....	11
2.3.4. Suelo.....	12
2.3.5. Temperatura.....	12
2.3.6. Híbridos.....	13
2.3.6.1. Clasificación de los híbridos.....	14
2.3.6.1.1. Simples.....	14
2.3.6.1.2. Dobles.....	14
2.3.6.1.3. Triples.....	15
2.3.6.2. Ventajas del uso de híbridos.....	15
2.3.6.3. Desventajas del uso de híbridos.....	15
2.3.7. Fertilización.....	16
2.3.7.1. Fertilizantes químicos.....	16
2.3.8. Riego.....	17
2.3.8.1. Sistema de riego por goteo.....	17
2.3.8.2. Riego por gravedad.....	18
3.1. Antecedentes.....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21

3.1. Características climáticas del sitio experimental.....	21
3.1.1. Localización geográfica del área de estudio.....	21
3.2. Material genético.....	21
3.3. Diseño experimental.....	22
3.4. Labores culturales.....	22
3.4.1. Preparación del terreno.....	22
3.6. Fecha de siembra	23
3.7. Riego.....	23
3.7.1. Riego por gravedad.....	23
3.8. Características físicas del suelo.....	24
3.9. Fertilización.....	24
3.10. Control de malezas.....	25
3.11. Control de plagas	25
3.12. Cosecha.....	25
3.13. Variables evaluadas.....	26
3.13.1. Altura de planta.....	26
3.13.2. Peso de planta.....	26
3.13.3. Número de hojas por planta.....	26
3.13.4. Número de mazorcas.....	26
3.13.5. Altura de mazorca.....	27
3.13.6. Número de hileras por mazorca.....	27
3.13.7. Números de granos por hilera.	27
3.13.8. Peso de grano.....	27
3.13.9. Longitud de olote.....	28
3.13.10. Peso de olote.....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	29
4.1 Altura de planta.....	29
4.2 Peso de la planta.....	30
4.3 Número de hojas por planta.....	31
4.4 Número de mazorcas.....	32
4.5 Altura de mazorca.....	33
4.6 Número de hileras por mazorca.....	34
4.7 Número de granos por hileras.....	35
4.8 Peso del grano.....	36
4.9 Diámetro del olote.....	37
4.10 Peso de olote.....	38
V. CONCLUSION.....	39
VI. LITERATURA CITADA.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Temperaturas.....	11
Tabla 2. Riego y fechas.....	23
Tabla 3. Propiedades del suelo.....	24
Tabla 4. Fertilización y dosis.....	24
Tabla 5. Plagas.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Grafica de evaluación de la altura de planta.....	29
Figura 2. Grafica de evaluación del peso de la plata.....	30
Figura 3. Grafica de evaluación del número de hojas por planta.....	31
Figura 4. Grafica de evaluación del número de mazorcas.....	32
Figura 5. Grafica de evaluación de la altura de mazorca.....	33
Figura 6. Grafica de evaluación del número de hileras por mazorca.....	34
Figura 7. Grafica de evaluación del número de granos por hilera.....	35
Figura 8. Grafica de evaluación del peso de grano.....	36
Figura 9. Grafica de la evaluación del diámetro del olote.....	37
Figura 10. Grafica de evaluación del peso de olote.....	38

RESUMEN

El maíz es símbolo por excelencia de la mexicanidad y el más importante producto agrícola de estas tierras. Por tal razón, el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera presenta algunos datos para reafirmar el papel preponderante de nuestro país en la producción mundial de la gramínea. (SIAP, 2010)

México es superavitario en la producción de maíz para consumo humano. El volumen de importación corresponde casi de forma exclusiva al maíz amarillo, variedad que se usa para alimentar ganado y producir sustancias derivadas, desde jarabes hasta combustibles.

El riego es considerado como un elemento fundamental en la producción agrícola debido a su efecto en el incremento a la producción, la mejora de la calidad de los productos, la intensificación sostenible del uso de la tierra, la diversificación en la producción y su contribución a la mejora de la seguridad alimentaria.(FAO, 2004).

La siembra de híbridos en Coahuila es muy común ya que en esta área se siembra gran superficie ya que hay zonas donde se encuentran grandes empresas

El presente trabajo se realizó en el ciclo primavera-verano 2013, en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ubicada en Torreón Coahuila. En el estudio se evaluaron dos sistemas de riego sobre un híbrido de maíz (AN 447).

El diseño utilizado fue bloques completos al azar con tres repeticiones. En los resultados obtenidos se observó que, la altura de planta, peso de la planta, número de hojas por planta, altura de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, peso de grano, diámetro del olote, peso de olote y eficiencia fue diferente en el riego por goteo que en el de gravedad.

Palabras clave: producción, rendimiento, híbrido, riego por gravedad, riego por goteo

I.INTRODUCCIÓN

El riego es considerado como un elemento fundamental en la producción agrícola debido a su efecto en el incremento a la producción, la mejora de la calidad de los productos, la intensificación sostenible del uso de la tierra, la diversificación en la producción y su contribución a la mejora de la seguridad alimentaria (FAO, 2004).

En los circuitos agrícolas científicos se ha llegado a la percepción general de que la agricultura moderna enfrenta una crisis ambiental. La raíz de esta crisis radica en el uso de prácticas agrícolas intensivas basadas en el uso de altos insumos que conllevan a la degradación de los recursos naturales a través de proceso de erosión de suelo, salinización, contaminación con insecticidas, desertificación, pérdida de la fitomasa y por ende producciones progresivas en la productividad (Alteri,1994).

Por otra parte (FAO,2002), la agricultura es la actividad que utiliza mayor volumen de agua, dado que mas de las 2/3 partes de la que proporcionan los ríos, lagos y acuíferos del planeta, aproximadamente el 70%de toda el agua utilizada se destina para uso humano.

Así mismo (Ghobari,2000)señala que la producción agropecuaria tiene trascendentales efectos en el medio ambiente en conjunto, debido a que es la principal fuente de

contaminación del agua por nitratos, fosfatos e insecticidas, afectando también a la base de su propio futuro a través de la degradación del suelo, la salinización, el exceso de extracción de agua y la reducción de la diversidad genética agropecuaria, al utilizar métodos de producción sostenible, se pondrán a atenuar los efectos de la agricultura sobre el medio ambiente.

En la región lagunera, el riego es una práctica indispensable para realizar una agricultura rentable, sin embargo, debido a que en estas zonas es cada vez más costosa y escasa es necesario investigar técnicas que permitan incrementar la producción de maíz para eficientar la disponibilidad de agua.

El maíz es símbolo por excelencia de la mexicanidad y el más importante producto agrícola de estas tierras. Por tal razón, el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera presenta algunos datos para reafirmar el papel preponderante de nuestro país en la producción mundial de la gramínea (SIAP, 2010).

México es superavitario en la producción de maíz para consumo humano. El volumen de importación corresponde casi de forma exclusiva al maíz amarillo, variedad que se usa para alimentar ganado y producir sustancias derivadas, desde jarabes hasta combustibles.

Superficie sembrada:7,860705 hectáreas. Porcentaje de volumen respecto a la producción agrícola nacional:10.3% (SIAP, 2010).

En Sinaloa el maíz es el cultivo más importante, tanto por la superficie sembrada, como por la rentabilidad y posibilidades de incremento del rendimiento medio, gracias al potencial que ofrecen los nuevos híbridos comerciales, como por la tecnología que se ha venido desarrollando. Durante el Ciclo otoño – invierno 2000- 2001, Sinaloa aportó a la producción nacional un volumen de 2,467162 toneladas obtenidas de 2,79365 hectáreas sembradas bajo condiciones de riego (Coss, 2010).

En zona norte, durante este mismo ciclo se cosecharon 160,888 hectáreas que aportaron una producción de 1,379 293 toneladas para un rendimiento medio de 8.573 ton/ha (Coss, 2010).

La selección adecuada de los híbridos, el manejo eficiente de la fertilización y el uso de los paquetes tecnológicos, aunado a la experiencia alcanzada por los productores en el manejo del cultivo, han sido determinantes para elevar los niveles productivos que se han venido mejorando año con año (Coss, 2010).

En Coahuila la superficie sembrada de maíz es de 46,744 ha por año de maíz (SIAP, 2010).

1.4 . Objetivo

Eficientar el uso del agua en maíz, utilizado un sistema de riego por goteo superficial.

1.5 .Hipótesis

Con el riego por goteo superficial se obtendrá un mayor rendimiento en kilogramos por hectárea de maíz que con el riego por gravedad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Clasificación taxonómica del maíz

Reino Vegetal

División Angiosperma

Subdivisión Angiosperma

Clase Monocotiledonae

Familia Gramínea

Genero Zea

Especie Mays

2.2. Morfología del maíz

El maíz es una planta cultivada desde la antigüedad, hace más de 7000 años. Su origen parece situarse en la zona de México donde se han encontrado los vestigios más antiguos.

Aunque hay varias plantas emparentadas con el maíz, solo una es capaz de cruzarse con él espontáneamente, se trata del Teosintle que se encuentra en México y Guatemala. El Teosintle, según algunos investigadores, es la fuente del germoplasma de los maíces actuales. El maíz es una planta anual, de verano, de porte robusto y con un rápido desarrollo.

En nuestro entorno se siembran normalmente entre abril-junio y se cosecha en otoño, a partir de octubre. Respecto a sus características botánicas, el maíz pertenece a las monocotiledóneas gramíneas (Ortiz, 2008).

2.2.1. Raíces

Las raíces son fasciculadas y con potente desarrollo, tiene tres tipos de raíces.

2.2.1.1. Seminales

Nacen en la semilla después de la radícula para afirmar la planta (no son permanentes).

2.2.1.2. Permanentes

En este grupo están incluidas las principales y secundarias. Estas nacen por encima de las primeras raicillas en una zona llamada corona. Este grupo constituye el llamado sistema Radicular principal.

2.2.1.3. Adventicias

Nacen de los nudos inferiores del tallo y actúan de sostén en las últimas etapas del crecimiento, absorbiendo a la vez agua y sustancias nutritivas

2.2.2. Tallo

El tallo tiene aspecto de caña, con los entrenudos rellenos de una médula esponjosa, erecto, sin ramificaciones y de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura. El maíz tiene escasa capacidad de ahijamiento, de hecho la aparición de algún hijo es un efecto no deseado que perjudica la capacidad productiva.

2.2.3. Hojas

Las hojas son alternas, paralelinervias y provistas de vaina que nace de cada nudo (gramínea). El número de hojas depende de la variedad y del ciclo, de la época de siembra, etc. pero, aunque podrían llegar hasta 30, lo normal en nuestras condiciones es que haya un máximo de 15 hojas. Parece que el número de hojas está relacionado con el potencial de producción.

2.2.4.Flor

Es una planta monoica, en la cual se distinguen dos tipos de flor. La flor femenina, que se encuentra en la axila de algunas hojas, está formando una inflorescencia en espiga rodeada por largas brácteas que la cubren por completo.

La espiga está formada por una serie de espiguillas, cada una de las cuales está formada por dos flores de las cuales la inferior aborta. Por lo tanto, cada espiguilla, en caso de fecundación dará un grano en el extremo de la mazorca se desarrollan unos estilos largos llamados sedas en los cuales cae el polen y se desarrolla el tubo polínico. La parte central se llama zuro y representa el 15-30% del peso total de la espiga. La flor masculina está en la extremidad del tallo agrupada en panículas que se llama vulgarmente penacho. Está formada por 3 a 10 filas de espiguillas emparejadas, cada una de ellas compuesta por dos glumas y contiene dos flores con tres estambres cada una siendo las dos flores fértiles.

La fecundación es cruzada, cuando se realiza la fecundación con polen de otras variedades puede aparecer granos de coloración diferente.

2.2.5.Grano

El grano se dispone en hileras longitudinales en la mazorca. Es generalmente en un plano perpendicular al eje de la mazorca, como es el caso de la mayoría de los híbridos actuales.

El grano se inserta a la mazorca por el pedúnculo de la flor. El grano posee un número de líneas por mazorca de 10 a 22, el número por línea de 18 a 42. El color del grano de maíz es muy variado pero el más común es amarillo al igual que su forma que puede ser prismática, ovoidal, liso o picudo.

El grano está formado por las siguientes partes:

- a) Pericarpio: protege la semilla antes y después de ser sembrada, impidiendo la entrada de hongos.
- b) Endospermo amiláceo: es la reserva alimenticia del grano, está compuesta por 90% de almidón, 7% de proteína y el resto son aceites minerales. La función principal consiste en proporcionar alimento energético a la planta joven hasta que sus raíces estén bien desarrolladas y las hojas puedan elaborar sustancias energéticas en cantidad suficiente para satisfacer sus necesidades. En el endospermo, las proteínas conforman una matriz cornea en cuyo interior se hallan los gránulos de almidón.
- c) Embrión: está formado por el eje embrionario y por el escutelo. El eje embrionario está formado por la plúmula (esbozo de 4-5 hojas) y radícula. El escutelo corresponde al cotiledón (Pavón, 2003).

2.3. Generalidades

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 masdomestica 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 debe oscilar entre 20°C y 30°C la óptima depende desarrollo de la planta, dicha temperatura de germinación 20°C a 25°C y floración 21°C a 30°C durante la época de la formación del grano la temperatura alta tienen a inducir una maduración más temprana. Los mayores rendimientos se obtienen con 11 y 14 horas luz (Pascual, 2000).

2.3.1. 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 optima entre los 18 y 29°C.

Temperatura mínima y máxima requerida por el cultivo del maíz para una adecuada producción.

Tabla 1. Temperaturas

Etapa / temperatura	Mínima	Máxima	Optima
Germinación	10°C	40°C	20 a 25°C
Crecimiento	15°C	40°C	20 a 30°C
Floración	20°C	30°C	21 a 30°C

Para su crecimiento, el maíz requiere pleno sol, 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.

2.3.2. Precipitación

La cantidad, distribución y eficiencia de la lluvia son factores importantes en la producción de maíz. El calor y sequia durante el período de polinización, a menudo causan la desecación del tejido foliar y la floración deficiente del grano.

La condición ideal de la humedad del suelo, para el desarrollo de maíz es el estado de capacidadde campo. La cantidad de agua durante la temporada de crecimiento no debe ser menor de 300 mm y la cantidad óptima de lluvias es de 550 mm y la máxima de 1000mm.

2.3.3. Altitud

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

2.3.4. Suelo

La planta de maíz puede desarrollarse en una gran gama de suelo 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 para esos casos. Se requiere suelo profundo, ya que las raíces necesitan entre 0.80 y 1m de profundidad para su desarrollo normal.

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

2.3.5. Temperatura

Temperaturas superior a 30°C y hasta 35°C o mas, reduce el rendimiento y determinación un cambio cualitativo significativo en la composición de la actividad enzimática y se ven afectadas al máximo, cuando coinciden temperatura elevada y falta de agua.

La temperatura y 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).

2.3.6. Híbridos

Se define como aquel individuo que es el producto de una cruce entre padres genéticamente diferentes. Debido a la heterosis que es el vigor que se manifiesta en el F1, los híbridos generalmente superan a los padres con respecto a uno a más caracteres, la característica de los híbridos es que no es posible reducir su semilla. Si un agricultor decide sembrar la semilla cosechada notará que el cultivo no tiene el mismo rendimiento (Bonilla 2009).

El maíz híbrido es primera generación de una cruce entre líneas autofecundadas, involucrada la producción de híbridos: la obtención de líneas auto fecundadas por auto polinización controlada.

La importancia de manejar grupo de líneas endogámicas con patrones heteróticos distintos ha permitido desarrollar estrategias de mejoramiento para aprovechar la manifestación del vigor híbrido.

El vigor híbrido generalmente se determina para caracteres, tamaño o rendimiento, que son solo productos finales de los procesos metabólicos.

2.3.6.1. Clasificación de los híbridos

2.3.6.1.1. Simples

Es un híbrido creado mediante cruzamiento de dos líneas endogámicas, la semilla de híbridos F₁ es la que vende a los agricultores para la siembra, por lo cual los híbridos simples son más uniformes y tienden a presentar mayor potencia en rendimiento en condiciones ambientales favorables.

2.3.6.1.2. Dobles

Se forman a partir de cuándo líneas auto fecundadas es decir es la progenie híbrida de una cruce entre dos cruces simples los híbridos dobles no son tan uniformes como las cruces simples, presentan mayor variabilidad; es importante señalar que una cruce simple produce mayor rendimiento que una triple y esta a su vez más que la doble.

2.3.6.1.3. Triples

Se forma con tres líneas auto fecundadas, es decir son el resultado de un cruzamiento entre una línea simple y una línea auto fecundada. La cruza simple como hembra y la línea como un macho. Con frecuencia se puede obtener mayor rendimiento con una cruza triple que con una doble, aunque las plantas de una cruza triple no son tan uniforme como las de cruza simple (García, 2006).

2.3.6.2. Ventajas del uso de híbridos

Las ventajas de los híbridos en relación con las variedades criollas y sintéticas son: producción de grano, uniformidad en floración, altura de la planta, maduración, plantas más cortas pero vigorosas que resisten el acame y rotura, mayor sanidad de mazorca y grano, en general, mayor precocidad y desarrollo inicial.

2.3.6.3. Desventajas del uso de híbridos

En las desventajas se puede señalar la reducida adaptación, tanto en tiempo como espacio, alta interacción, genotipo-ambiente es cada variedad genética que lo hace vulnerable a las epifitas, necesidad de obtener semilla para cada siembra y sus alto costo, necesidad de

tecnología avanzada y uso de insumo para aprovechar su potencialidad genética; rendimiento de forraje y rastrojo (Castañeda, 2001).

2.3.7. Fertilización

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

2.3.7.1. Fertilizantes químicos

Tipo de sustancia o mezcla química, natural o sintética utilizada para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal. Las plantas no necesitan compuestos complejos, del tipo de las vitaminas o los aminoácidos esenciales en la nutrición humana, pues sintetizan todos los que precisan. Solo exigen una docena de elementos químicos, que deben presentarse en una forma que la planta pueda absorber. Dentro de esta limitación, el nitrógeno, por ejemplo

puede administrarse con igual eficiencia en forma de urea, nitratos, compuestos de amonio o amoniaco puro (Rodríguez, *et al.*, .2008)

2.3.8. Riego

2.3.8.1. Sistema de riego por goteo

El agua es el elemento esencial para el desarrollo de los procesos fisiológicos de todo ser vivo. Constituye el medio primario para las relaciones químicas y el movimiento de sustancias a través de las diversas partes de las plantas. Este recurso natural es el primer factor que determina el rendimiento de los cultivos; así, un cultivo sin humedad cerrara sus estomas, enrollara sus hojas reduciendo el crecimiento de sus partes afectando notablemente el rendimiento.

El objetivo del riego es proveer de agua a los cultivos en cantidad adecuada para evitar daños que repercutan en la disminución del rendimiento. Los productores deben de tener respuestas a los siguientes aspectos: como regar y cuanto regar (Rivera, 2004). Una de las estrategias para aumentar la eficiencia en el uso del agua es la utilización de sistemas de riego más eficientes como lo es el riego por goteo, el cual se define como la aplicación del

agua através de emisores, con tasas de descarga generalmente en el mismo rango que el riego por goteo superficial (ASAE, 1996).

El riego por goteo en Mexico ha evolucionado considerablemente. A mediados de la década de los setenta se tenía 500 hectáreas; para 1981 se tenían establecidas 1500 hectáreas con este método. Esta tendencia de incremento promovió la necesidad de generar tecnología en cultivos con alta redituabilidad económica los cuales recuperan a corto plazo el capital invertido en su adquisición.

2.3.8.2. Riego por gravedad

Los métodos, dispositivos y estructuras utilizadas para llevar el agua desde la acequias hasta el campo se llaman tomas de parcela. Su fin es regular la cantidad de agua que entra en los campos así como la velocidad de la corriente.

La elección del método o dispositivo para hacer entrar el agua desde los canales de distribución a los campos de cultivo, depende principalmente del sistema de riego que se aplica. La toma de agua se efectúa, por ejemplo, de una de las siguientes maneras:

- a) Desbordamiento. Se eleva el nivel del agua en los surcos o corrugaciones de contorno hasta que el agua descienda por la pendiente.
- b) Detalle de un surco y del desbordamiento. Los surcos se contribuyen según las curvas de nivel.

- c) Corte del borde entre el canal y el compartimento a inundar. El corte del borde a lomo debilita la constancia del mismo.
- d) Compuerta en el centro del borde del canal terciario. Con la compuerta se puede regular mejor la entrada de agua.
- e) Lona. Se utiliza para subir el nivel del agua en una parte del canal. Así se puede aumentar la entrada de agua por los cortes, compuestos u otros dispositivos.
- f) Tuvo con válvulas alfalfa. El caudal se controla mediante la válvula.
- g) Sifón. El caudal depende del diámetro del tubo, y de la diferencia entre la salida y el nivel del agua en el canal. Por debajo de la salida, se coloca una cubierta para prevenir la erosión del surco.
- h) Tubo a través del ribazo. El caudal depende del diámetro del tubo y la diferencia entre niveles.
- i) Tapa de metal o de madera para cerrar los tubos.
- j) Tubería con orificio con este tipo de tubos se pueden regar tanto los surcos como los compartimentos. Los orificios están provistos de puertas corredizas para controlar el flujo.

3.1. Antecedentes

D. goldberg y M. shumel,(4) indican que en 1971 el efecto de la distancia de los goteros en suelo arenoso, el crecimiento y rendimiento de maíz dulce en una zona árida y con problemas de salinidad, encontrando un máximo rendimiento cuando los goteros estuvieron a una distancia de 5 a 25 cm de las plantas, resultando menos vigoroso cuando los goteros se

colocaron a una distancia de 50 cm la concentración de sal en la capa de suelo entre 0 y 30 cm aumento con la distancia de la línea de goteo.

III.MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización geográfica del área de estudio

El presente trabajo se realizó dentro en el ciclo agrícola Primavera - Verano 2013, en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en el Periférico Raúl López Sánchez, y carretera a Santa Fé, en la Ciudad de Torreón Coahuila que cuenta con una superficie de 37 ha, de las cuales aproximadamente 2.5 ha son ocupadas por las instalaciones universitarias y el resto son utilizadas para realizar actividades de prácticas agropecuarias y de investigación.

3.1.1. Características climáticas del sitio experimental

Las características climáticas regionales son temperatura media de 21°C anual. Su clima es clasificado como muy seco con deficiencia de precipitación durante todas las estaciones del año. Los datos promedios que se han registrado últimamente sobre la temperatura indican una media de 27°C para el mes más caluroso y precipitación lluvia promedio de 190 mm anual.

3.2. Material genético

Híbrido de maíz AN-447

3.3. Diseño experimental

El trabajo se estableció en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.

RIEGO POR GRAVEDAD	RIEGO POR GOTEO

3.4. Labores culturales

3.4.1. Preparación del terreno

Se realizó un barbecho a 30 cm de profundidad para romper la capa arable y exponer las plagas del suelo al efecto de las condiciones del clima, después se realizó un rastreo para eliminar terrones, se niveló el terreno y posteriormente marcar los surcos

3.6. Fecha de siembra

La siembra se realizó en forma mecánica con la sembradora Gaspardo, el 9 de abril del 2013, la distancia entre surcos de 75 cm, y entre planta y planta de 12 cm.

3.7. Riego

En el caso de riego por gravedad se aplicaron cuatro riegos durante todo el ciclo del cultivo mas el riego de establecimiento, en el caso del riego por goteo se aplicaron los riegos semanales, es decir acumulan de la evaporación de los 7 días y multiplicada por el coeficiente de 0.80 y en base a éste se determinó el tiempo de riego.

3.7.1. Riego por gravedad

Tabla 2. Riegos y fechas

Riegos	Fecha	Etapa
Aniego	09/04/2013	Establecimiento del cultivo
1 auxilio	15/05/2013	Primera fase
2 auxilio	04/06/2013	primera fase
3 auxilio	19/06/2013	Segunda fase
4 auxilio	02/07/2013	Segunda fase

3.8. Características físicas del suelo

Las características de suelo obtenidas en el análisis fueron las siguientes que se muestran en el tabla 3.

Tabla 3. Propiedades del suelo

MO	2.05%
PH	8.25
CE	1.33dSm-1
Textura	Arcillosa

3.9. Fertilización

Se realizaron dos aplicaciones de fertilizante la primera cuando se estableció el cultivo y la segunda en el desarrollo de la planta como se mencionan en la siguiente tabla.

Tabla 4. Fertilizantes y dosis

Fecha	Dosis	Productos
09/04/2013	180-60-00	MAP Sulfato de amonio
15/05/3013	180-60-0	MAP Sulfato de amonio

3.10. Control de malezas

El control de malezas fue manual, se realizó con la ayuda de un azadón y una pala.

3.11. Control de plagas

Se realizó una aplicación para controlar el la plaga del gusano cogollero se aplico con una aspersora de forma directa para el control, tabla 5.

Tabla 5. Plagas

Plagas	Producto	Ingrediente activo	Dosis	Aplicación
Gusano cogollero	Meto Mex 90%PS	Metomilo	30 gr por hectárea	Se aplicó con aspersora de forma directa a la planta.

3.12. Cosecha

La cosecha se llevó a cabo el día 28 de Septiembre del 2013.

3.13. Variables evaluadas

3.13.1. Altura de planta

Se tomaron las plantas de la parcela de significativa y se midió la planta desde la espiga con una cinta métrica.

3.13.2. Peso de planta

Se tomaron las plantas de la parcela útil y se pesaron en una báscula digital para poder sacar el peso de plantas por hectárea.

3.13.3. Número de hojas por planta

Se hizo el conteo de hojas manualmente planta por planta para sacar el número de hojas que tiene cada planta.

3.13.4. Número de mazorcas

Se contaron el número de mazorcas que se encontraban de cada planta de la parcela útil para sacar el número de mazorcas por hectárea.

3.13.5. Altura de mazorca

Para poder sacar la altura de la mazorca se hizo con una cinta métrica de cada mazorca de la muestra de la parcela útil.

3.13.6. Numero de hileras por mazorca

Se contó el número de hileras marcando cada una de ellas y levanto acabo su conteo mazorca por mazorca de la muestra de la parcela útil.

3.13.7. Números de granos por hilera

Se llevó a cabo el número de grano por hilera tomando la hilera más significativa para esto se hizo manualmente y así sacar el número de granos por mazorca.

3.13.8. Peso de grano

Se obtuvo desgranando las mazorcas de la parcela útil y pesando el mismo obteniendo el peso promedio del grano por metro y este se multiplico por ha y los datos obtenidos por parcela fueron convertidos a toneladas.

3.13.9. Longitud de olote

Se tomó cada uno de los olotes y se midió con una cinta métrica.

3.13.10. Peso de olote

Se tomaron los olotes de las mazorcas desgranadas de la muestra significativa de la parcela útil y éstos se pesaron en una báscula digital.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Altura de planta

La altura de la planta alcanzada en los tratamientos evaluados, se presentan en la figura1. El análisis de varianza realizado para esta variable detectó diferencias significativas entre los tratamientos del ciclo primavera verano, riego por gravedad y por goteo alcanzando valores de 3.19, 3.23, 3.06 m respectivamente, mientras que en el riego de gravedad se obtuvieron los siguientes valores 2.51, 2.68, 2.64 respectivamente. Rangos de altura muy similares a los obtenidos por Félix, 2013.

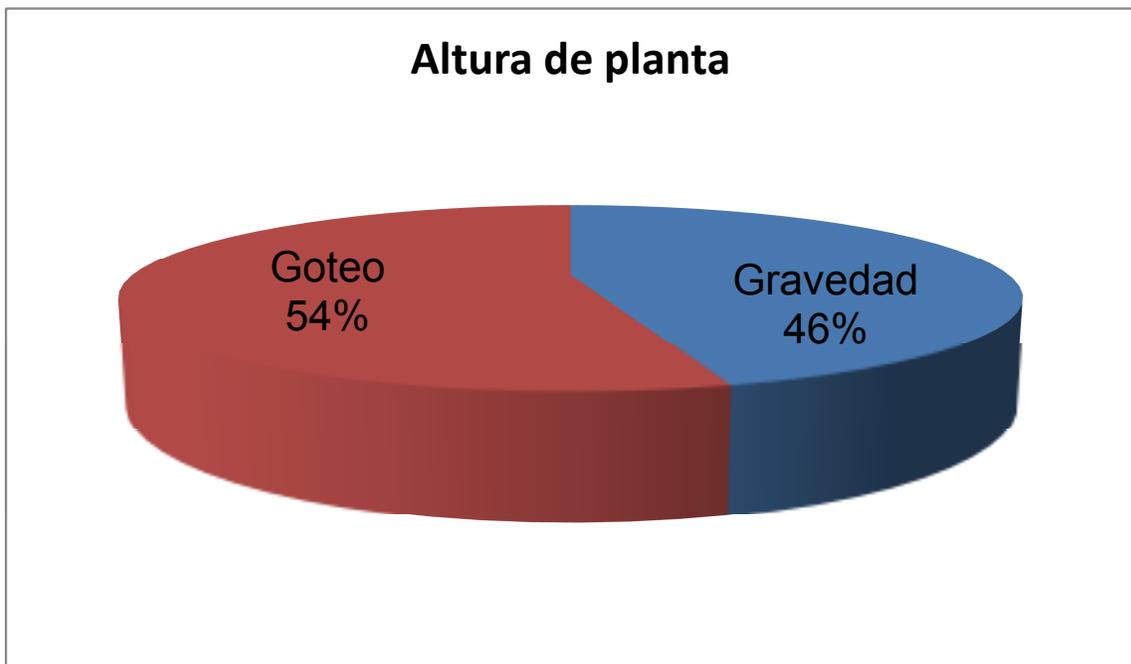


Figura 1. Grafica de evaluación de la altura de planta

4.2. Peso de la planta

El peso de la planta bajo los tratamientos evaluados se presenta en la figura 2. El análisis estadístico si encontró diferencias significativas en los análisis de los tratamientos de riego por gravedad y por goteo que proporciona los siguientes resultados correspondientemente 5.714 y 8.953 kilogramos. Rangos de peso de planta muy similares a los obtenidos por Félix, 2013.

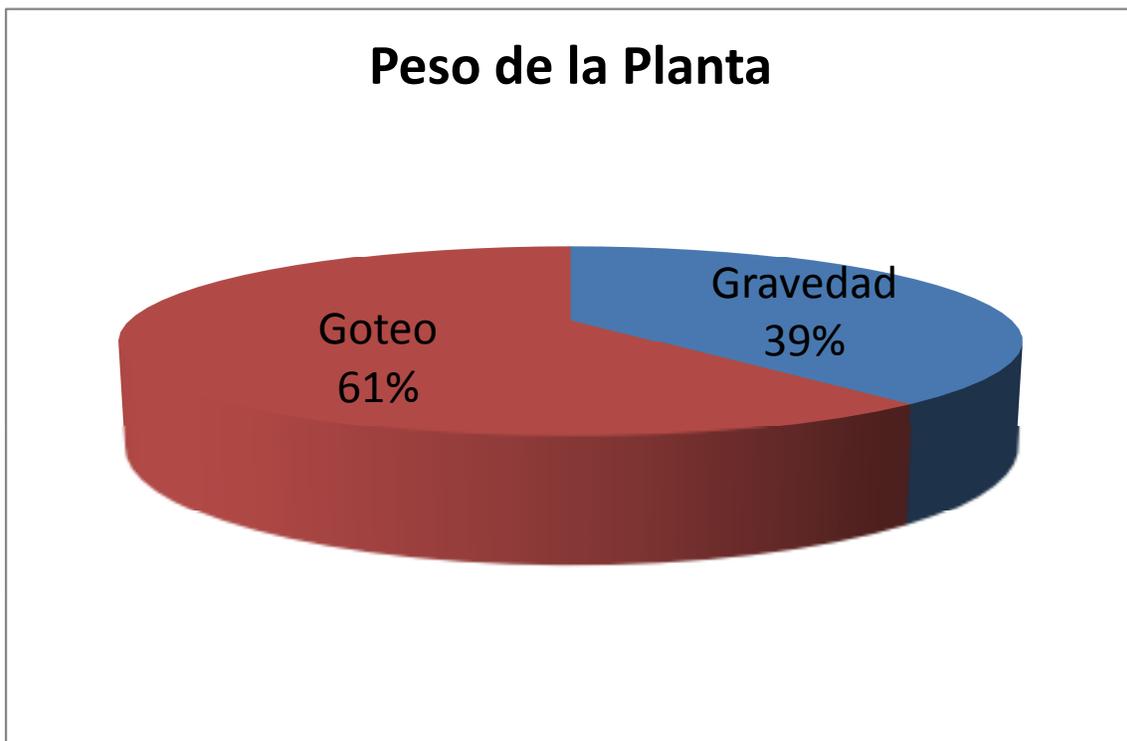


Figura 2. Grafica de evaluación del peso de la plata

4.3. Número de hojas por planta

El número de hojas por planta bajo los tratamientos evaluados, se presentan en la figura 3. el análisis estadístico realizado detecto diferencias significativas entre los tratamientos de riego por gravedad y por goteo, obteniendo valores de 14 y 14.6 hojas. Rango de numero de hojas mayores a los obtenidos por Félix, 2013

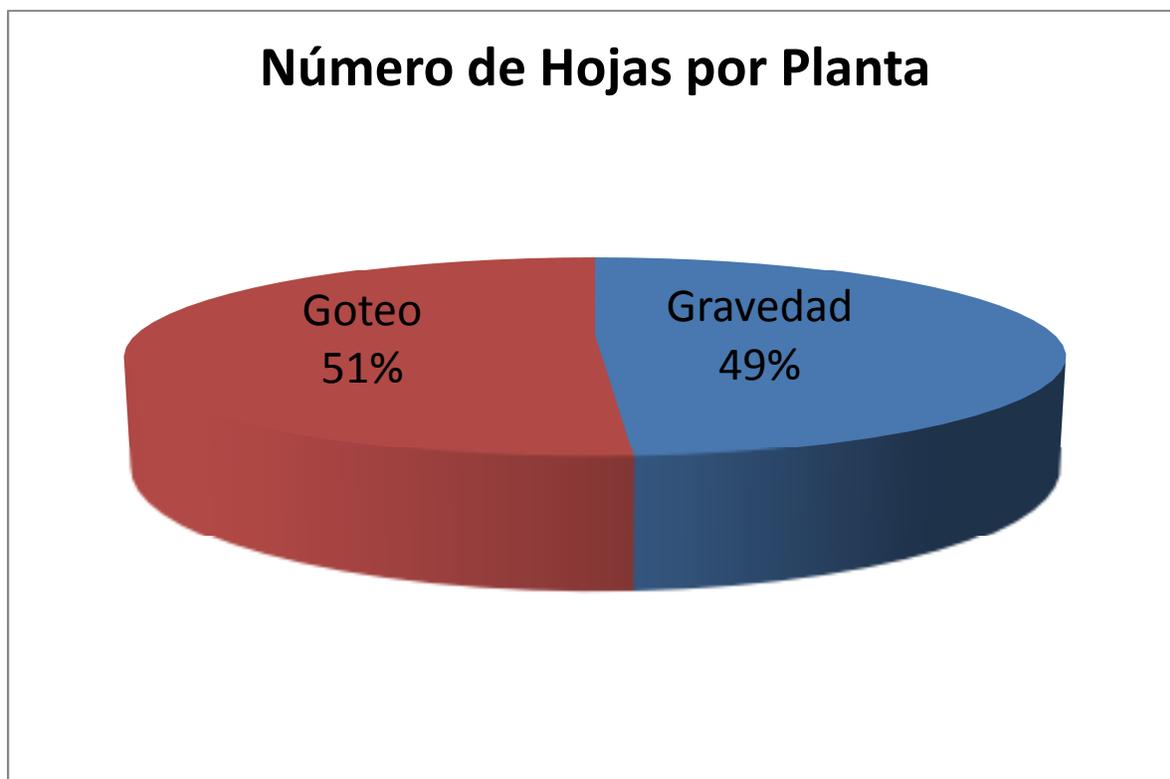


Figura 3. Grafica de evaluación del número de hojas por planta

4.4. Número de mazorcas

El número de mazorcas por planta bajo los tratamientos evaluados se presentan en la figura 4. El análisis estadístico realizado no encontró diferencia significativa entre los tratamientos de riego por gravedad y por goteo, obteniendo valores de 51 y 51 mazorcas respectivamente. Rangos de numero de mazorcas es similar al de Félix, 2013.

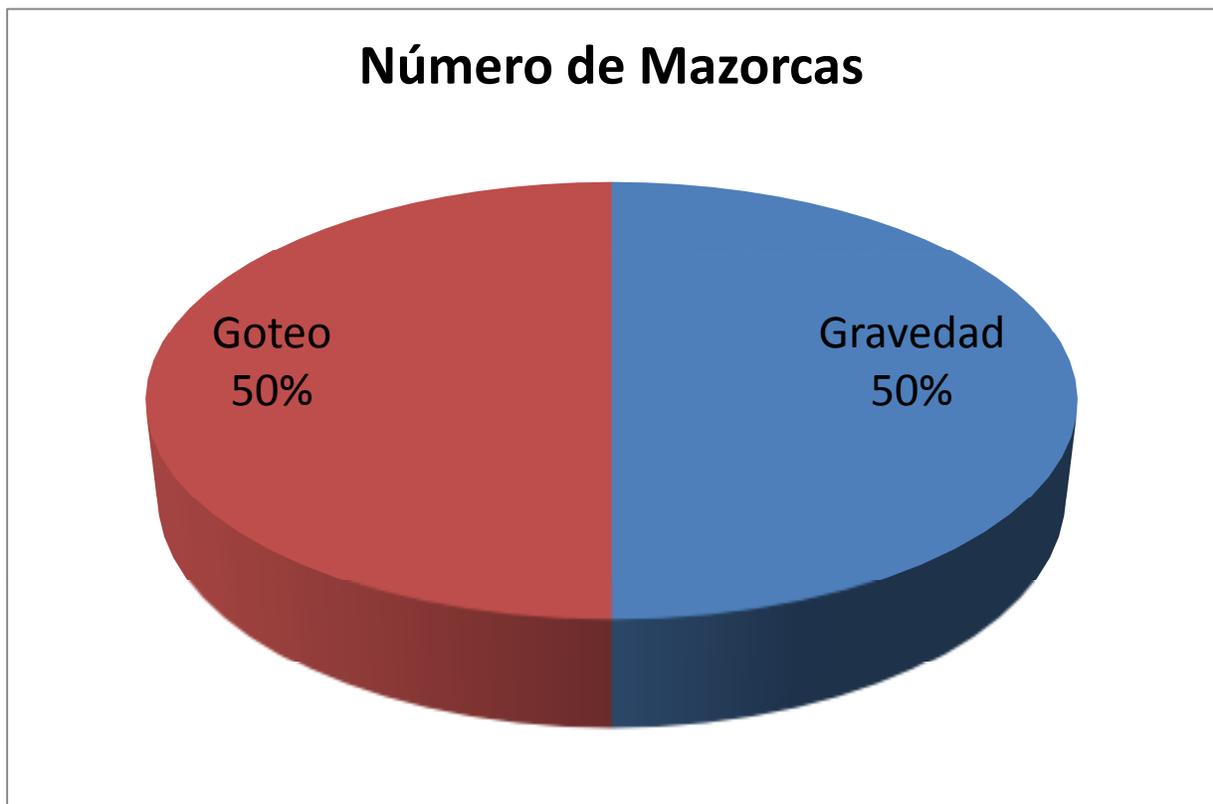


Figura 4. Grafica de evaluación del número de mazorcas

4.5. Altura de mazorca

La altura de la mazorca alcanzada en los tratamientos evaluados, se presentan en la figura 5. El análisis de varianza realizado para esta variable detecto diferencia significativa entre los tratamientos de riego por gravedad y por goteo, alcanzando valores de 13.24 y 17.25 cm respectivamente. El rango de altura de mazorca antes mencionado es mayor al obtenido por Félix, 2013.

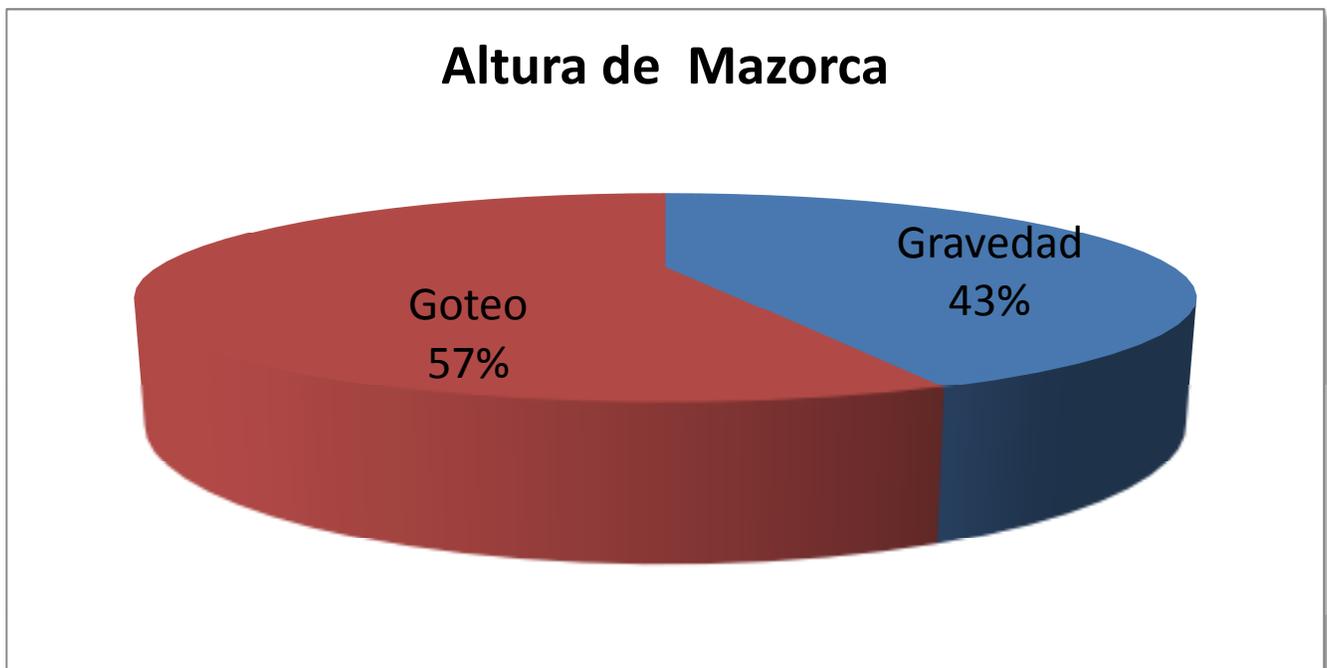


Figura 5. Grafica de evaluación de la altura de mazorca

4.6. Número de hileras por mazorca

El número de hileras por mazorca bajo los tratamientos evaluados, se presentan en la figura 6. El análisis estadístico realizado encontró diferencia significativa entre los tratamientos de riego por gravedad y por goteo, obteniendo valores de 13.13 y 14.73 hileras respectivamente. El rango de numero de hileras por mazorca fue mayor al obtenido por Félix, 2013.

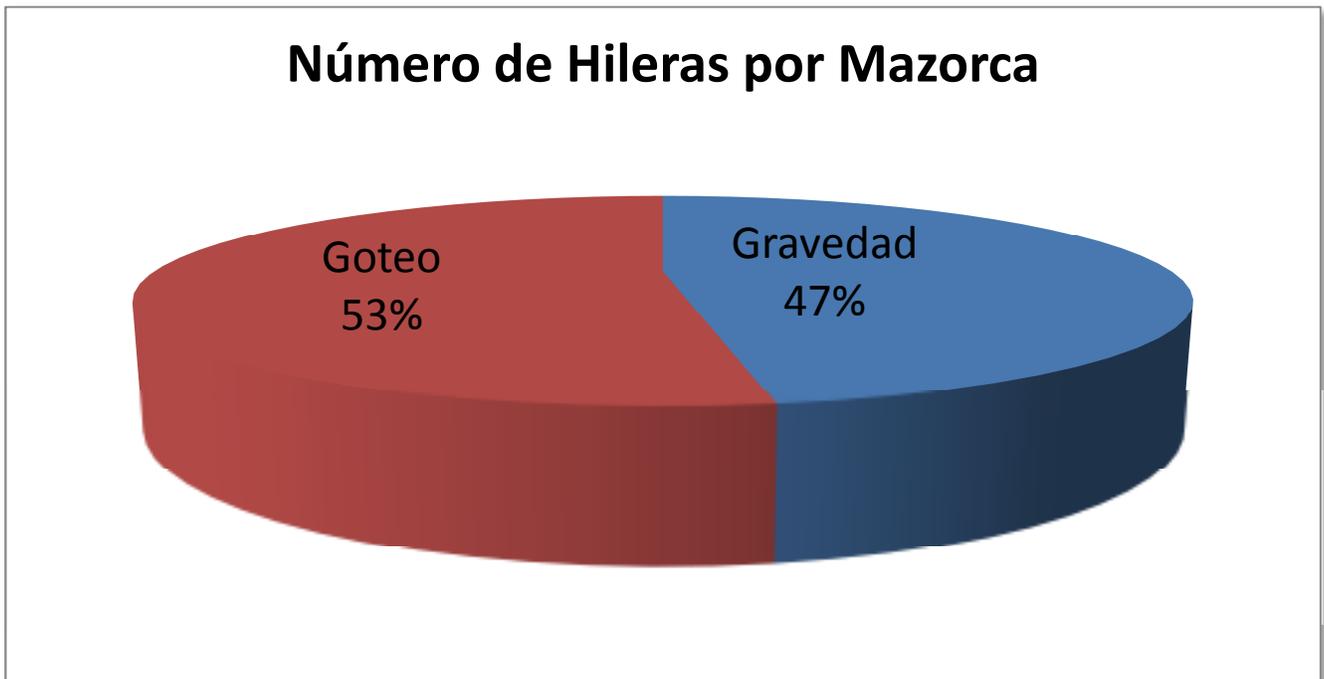


Figura 6. Grafica de evaluación del número de hileras por mazorca

4.7. Número de granos por hileras

El número de granos por hilera bajo los tratamientos evaluados, se presenta en la figura 7. El análisis estadístico realizado encontró diferencia significativa entre los tratamientos de riego por gravedad y por goteo obteniendo valores 30.95 y 40.86 granos por hilera respectivamente. Rango de número de granos por hilera fue mayor que el obtenido por Félix, 2013.

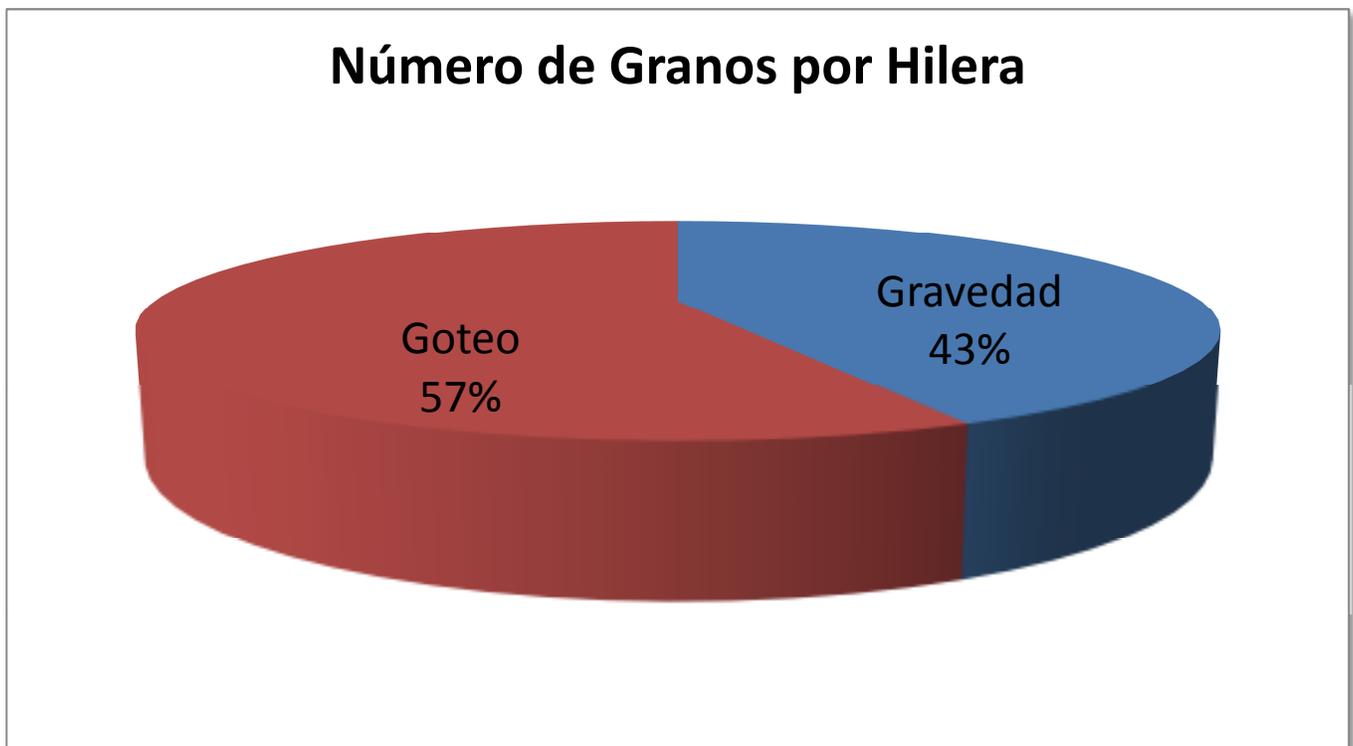


Figura 7. Grafica de evaluación del número de granos por hilera

4.8. Peso del grano

El peso del grano bajo los tratamientos evaluados, se presenta en la figura 8. El análisis estadístico encontró diferencia significativa entre los tratamientos de riego por gravedad y por goteo, obteniendo valores de 5.352 y 8.939 Ton/Ha correspondientemente. El rango de peso del grano antes mencionado fue inferior al obtenido por Félix, 2013.



Figura 8. Grafica de evaluación del peso de grano.

4.9. Diámetro del olote

El análisis de varianza realizado al diámetro del olote detecto entre diferencias entre tratamientos evaluados, figura 9. El valor del diámetro presentaron valores de 8.53 y 9.76 cm. El diámetro más bajo de de olote fue el riego por gravedad ya que hubo una diferencia de 1.23 cm aproximadamente.

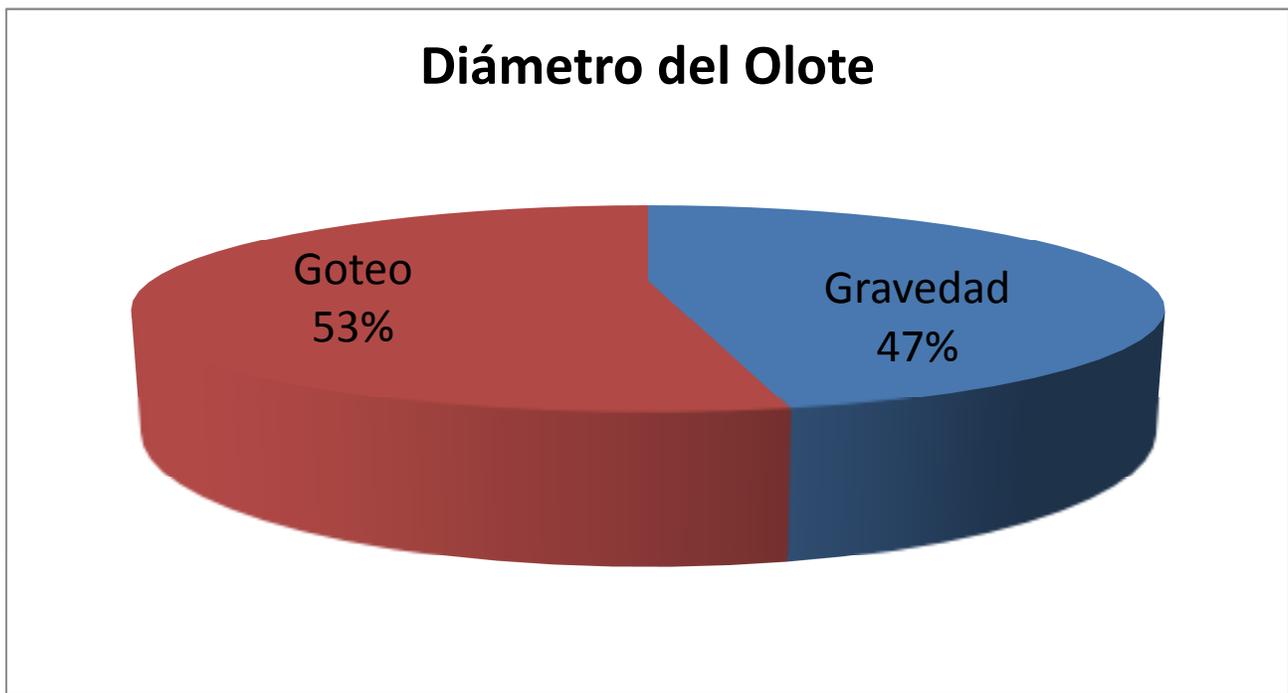


Figura 9. Grafica de la evaluación del diámetro del olote.

4.10. Peso de olote

El peso del olote obtenido en el tratamiento de riego por gravedad y por goteo detecto diferencias entre ambos tratamientos, figura 10. Obteniendo los siguientes valores 0.414 y 0.570 kilogramos respectivamente. El peso de olote más bajo fue el de riego por gravedad habiendo una diferencia de hasta 0.156 kg.

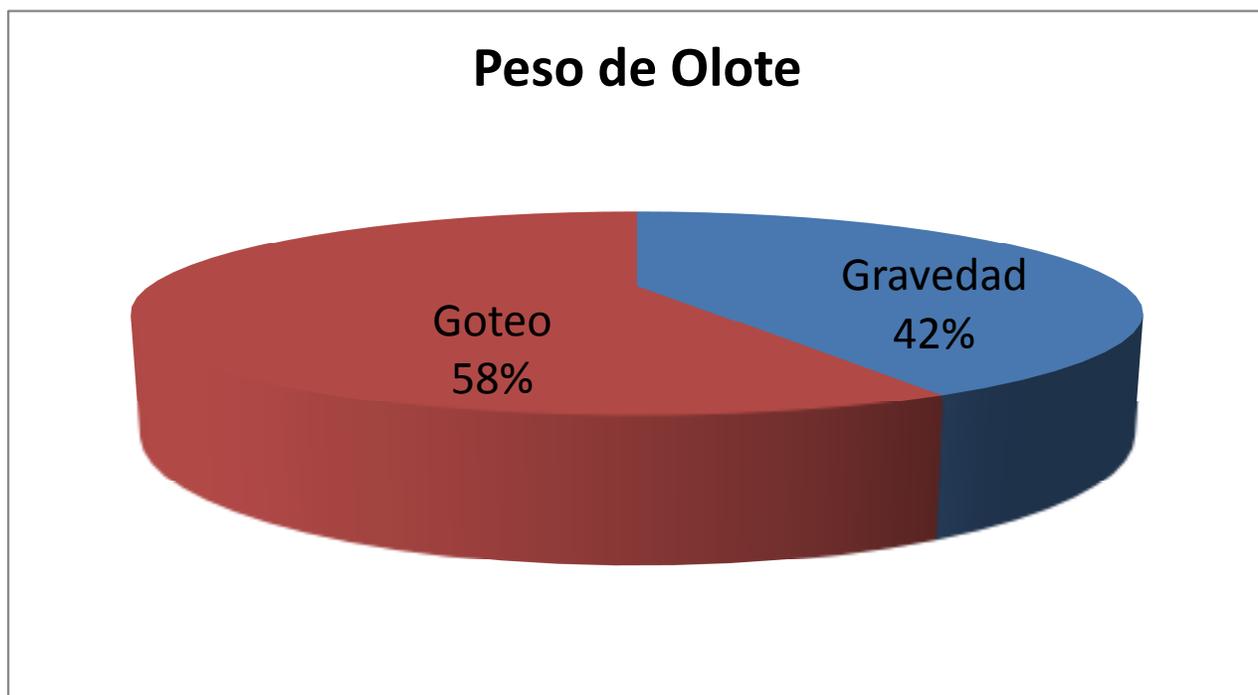


Figura 10. Grafica de evaluación del peso de olote.

V. CONCLUSIÓN

De los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que la producción en el riego por goteo, logró obtener los valores más altos en altura de planta, peso de la planta, número de hojas por planta, altura de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, peso del maíz, longitud de olote y peso de olote.

Los valores más bajos los obtuvo el riego por gravedad, mientras en el parámetro del valor del número de mazorcas dio el mismo resultado que en el de riego por goteo.

VI. LITERATURE CITADA

Al- Ghobari H.M. 2000. Estimation of reference evapotranspiration from the southern region of Saudi Arabia. *Irrigation Science* 19:81- 86

FAO. 2002 Agricultura mundial: hacia los años 2005/2030.
<http://www.fao.org/docrep/004/557s/y3557s00.htm#TopOfPage>

Alteri S., Miguel Angel. 1994 bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. Agricultura técnica Chile.

FAO. 2004 agricultura mundial: hacia los años 2015/2030 informe resumido

SIAP. 2010 producción para el periodo 2006/ 2010

http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/ComercioExterior/Estudios/Perspectivas/maiz96-10.pdf

SIAP. 2010 Superficie sembrada en Coahuila

http://reportes.siap.gob.mx/Agricola_siap/FichaPorEstado.do

Coss w. 2010, revista industrial del campo. Pp.44

Ortiz I. 2008. Determinación de parámetros genéticos en rendimiento con híbridos simples a partir de líneas endogámicas en maíz (*Zea mays* L.) para grano en aguas calientes, Ags. Torreón Coahuila, Mexico, UAAAN. Ing. Agrónomo. Pp.4.

Pavón C. A. B. 2013. Instalación de riego por goteo en una parcela de maíz anexo V generalidades del maíz. Universidad de castilla la mancha (escuela universitaria de ingeniería técnica agrícola de ciudad real). Explotaciones agropecuarias. Pp.70, 72.

Bonilla M. N. 2009. Manual de recomendaciones técnicas cultivo de maíz. Primera edición. San José costa rica. Editorial INTA. Pp.9, 10 y 14.

García L. M. 2006. Aptitud combinatoria de híbridos para la producción de elote en líneas de maíz. Torreón Coahuila. UAAAN. Pp.5, 6

Castañeda, P. 2001. El maíz y su cultivo. Editorial AGTE S.A. primera edición Mexico, D.F. Mexico. pag.248, 256.

Jaime C.B., Galindo L.J., Nodar 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. pp.2

Rodríguez M. Rafael De L. C. El cultivo del maíz temas selectos, mundi prensa Mexico S.A. de C.V., primera edición 2008. pp.5, 10

ASAE Standards. 1996. S52. 1 soil and water terminology. St. Joseph, Mich. ASAE

Rivera G.M., Estrada A.J Orona C.I., Sánchez C.I., (2004). Producción de alfalfa con riego por goteo sub-superficie o subterráneo. Una opción para regiones con escasa disponibilidad de agua. Folleto técnico No. 13. Gómez palacio, Durango. Instituto Nacional de Investigación Disciplinaria en relación agua suelo-planta-atmosfera.pp.18.