

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



” Producción y calidad de forraje de maíz con agua de río”

Por:

MIGUEL ANGEL ALCANTARA DELGADO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Torreón, Coahuila, México
Noviembre de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

" Producción y calidad de forraje de maíz con agua de rio"

Por:

MIGUEL ANGEL ALCANTARA DELGADO

TESIS

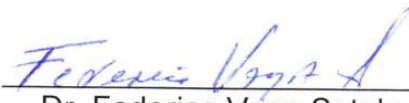
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Aprobada por:




Ph. D. Vicente de Paul Alvarez Reyna
Presidente



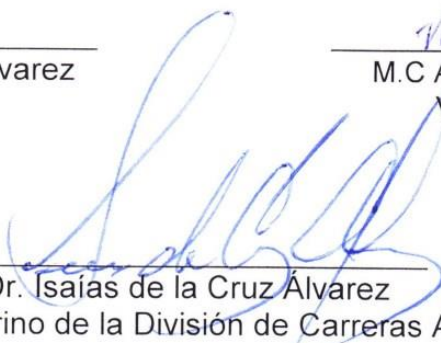
Dr. Federico Vega Sotelo
Vocal



M. C. Edgardo Cervantes Álvarez
Vocal



M.C Armando Nahle Martínez
Vocal suplente



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

Torreón, Coahuila, México
Noviembre de 2019.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

" Producción y calidad de forraje de maíz con agua de río"

Por:


MIGUEL ANGEL ALCANTARA DELGADO

TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN


Aprobada por el Comité de Asesoría:



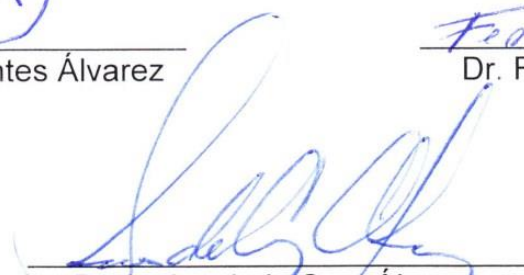
Ph. D. Vicente de Paul Alvarez Reyna
Asesor Principal



M. C. Edgardo Cervantes Álvarez
Coasesor

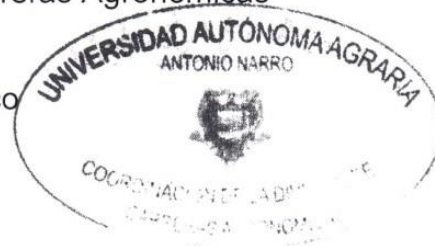


Dr. Federico Vega Sotelo
Coasesor



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

Torreón, Coahuila, México
Noviembre de 2019.



AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi completo agradecimiento a todos quienes participaron en el desarrollo de este trabajo de investigación, en especial a la empresa Cooperativa Agropecuaria de la Comarca Lagunera, de quien tuve el apoyo, paciencia y acertada sugerencia para la finalización de este proyecto.

A la Empresa Beta Santa Mónica, al departamento de Ingenieros, en especial al Ing. Fernando Frausto López, M.C. Edgar Ramírez Horta, Ing. Enrique Barrientos Hernández y al Ing. Pablo Flores González, de quien tuve todo el apoyo, financiamiento y confianza en mi trabajo de tesis.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, por su apoyo brindado durante toda mi carrera y a su contribución académica para mi formación profesional con la que tendré la oportunidad de contribuir con la sociedad y poner en alto Mi Alma Terra Mater.

A mi comité de asesores: Ph. D. Vicente De Paul Álvarez Reyna, Ing. Eliseo Raygoza Sánchez (†), Dr. Federico Vega Sotelo, M.C Edgardo Cervantes Álvarez y M.C Armando Nahle Martínez por el apoyo brindado en la realización de mi tesis.

DEDICATORIA

A DIOS.

Por darme la oportunidad de vivir, brindarme salud, sabiduría para alcanzar esta meta y haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante el periodo de mi formación profesional.

A MI ESPOSA.

Graciela Soto Pérez.

Tu ayuda ha sido fundamental, has estado conmigo incluso en los momentos más turbulentos. Este proyecto no fue fácil, pero estuviste motivándome y ayudándome.

Te lo agradezco mucho, amor.

A MIS PADRES.

Socorro Delgado Ramírez y Vicente Nuño Ramos. .

Por quererme mucho a pesar de mis defectos; creer en mí apoyarme siempre incluso en los momentos más difíciles de mi vida.

Por ser ese ejemplo de perseverancia y constancia, el valor mostrado para salir adelante ante cualquier situación, el apoyo que me han brindado siempre y amor incondicional.

A MIS HERMANOS.

Jorge y Mayela, Gracias por su apoyo y cariño en todo momento, por estar en los momentos más importantes de mi vida. Este logro también es de ustedes.

A mi amigo y Compadre Omar Moreno Reyes, por su amistad incondicional demostrado a través del tiempo y por ser mejor cada día, que durante todo el trayecto de nuestra carrera y trabajo pasamos buenos momentos.

A MI ASESOR.

Sr. Vicente De Paul Álvarez Reyna.

Por el tiempo, dedicación y paciencia en la elaboración de este documento.

Finalmente a todos aquellos maestros, que marcaron cada etapa de mi vida profesional., que con sus apoyo y consejos hicieron de mí una mejor persona, la cual siempre se sentirá orgullosa de haber pertenecido a esta casa de estudios, pero sobre todo comprometida a ayudar al prójimo. Muchas gracias por sus enseñanzas.

¡MUCHAS GRACIAS A TODOS POR COMPARTIR ESTA ETAPA DE MI VIDA!

I. RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo comparar diferentes híbridos de maíz (*Zea mays L.*) regados con agua de río, tomando en cuenta producción y calidad del forraje de maíz (*Zea mays L.*)

Este cultivo en la Región Lagunera ocupa un lugar importante para el ganado lechero, así lo demuestran las 13 298 ha sembradas en 2011. El trabajo se estableció en el ciclo agrícola primavera del año 2011 a partir del mes de marzo, en la empresa Beta Santa Mónica, en el Predio "Santo Tomas", en el municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila.

La parcela experimental fue de 6.68 has, con riego de la presa, con seis tratamientos, el diseño experimental fue bloques al azar con tres repeticiones; las variables evaluadas fueron altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo y rendimiento de forraje verde y rendimiento de forraje seco. La calidad se midió contenido de fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente acida (FDA), proteína cruda (PC), energía neta de lactancia (ENL), almidón y litros de leche por tonelada de materia seca. Los resultados muestran que el mejor tratamiento fue HT 91-50W testigo con rendimiento de 43.56 t ha⁻¹ de forraje verde y 11.28 ton. De forraje seco ha⁻¹, En cuanto a calidad de forraje los resultados muestran que el híbrido HT 9019 la ENL fue de 1.45 Mcal kg⁻¹, Almidón de 21.8 y Lts de leche ton de materia seca ha⁻¹.

Palabra Clave.

Maíz (*Zea mays L.*), Rendimiento, Calidad de forraje, Agua de río

ÍNDICE

Agradecimiento.....	i
Dedicatoria.....	ii
I. Resumen.....	iv
Índice.....	v
INDICE DE CUADROS.....	vii
II. Introducción.....	1
2.2 Objetivo general.....	3
2.3 Hipótesis.....	3
III. Revisión de literatura.....	4
3.2 El Maíz.....	4
3.3 Maíz forrajero.....	5
3.4 Importancia del maíz forrajero.....	7
3.5 Comarca Lagunera.....	8
3.6 Alta densidad de siembra.....	9
3.7 Calidad nutritiva.....	9
3.8 Selección del híbrido.....	10
3.9 Fecha de siembra.....	11
3.10 Densidad de siembra.....	11
IV. materiales y métodos.....	12
4.2 Localización geográfica.....	12
4.3 Localización del sitio experimental.....	12
4.4 Clima.....	12
V. Prácticas culturales.....	14
5.2 Preparación de suelo.....	14
5.3 Subsuelo.....	14
5.4 Barbecho.....	14
5.5 Rastro.....	14
5.6 Nivelación.....	15

5.7	Fecha de Siembra	15
5.8	Fertilización	15
5.9	Riego	16
5.10	Control de maleza	16
5.11	Control de Plaga	17
VI.	Tratamientos.....	17
VII.	Diseño experimental.....	18
7.2	Variables Evaluadas	19
7.3	Altura de planta.	19
7.4	Numero de hojas.	19
7.5	Diámetro del tallo.	19
7.6	Rendimiento de forraje verde (RFV).	19
7.7	Rendimiento de forraje seco (RFS).....	20
7.8	Calidad de forraje.	21
7.9	Análisis de datos	21
VIII.	Resultados y discusión	22
8.2	Altura de planta.	22
8.3	Diámetro de tallo	23
8.4	Número de hojas.	23
8.5	Rendimiento de forraje verde (RFV).	24
8.6	Rendimiento en forraje seco (RFS).....	25
8.7	Calidad de forraje.	26
IX.	conclusiones.....	28
X.	Bibliografía	29
XI.	anexos	32

INDICE DE CUADROS

Número		Página
Cuadro 1.	Híbridos evaluados en el campo	18
Cuadro 2.	Altura de planta	22
Cuadro 3.	Diámetro de tallo	23
Cuadro 4.	Numero de hojas	24
Cuadro 5	Rendimiento en forraje verde	25
Cuadro 6	Rendimiento en forraje seco	26
Cuadro 7	Resultado de análisis bromatológicos	27
Cuadro 8	Resultado de cosecha de maíces evaluados	32

II. INTRODUCCIÓN

En México se han generado diversos híbridos y variedades de maíz para grano y forraje, específicos para las diversas zonas ecológicas del país, yendo al incremento de la producción de este cereal, básico en la alimentación tanto humana como pecuaria. Sin embargo, los ensilados de maíz tienen un valor energético pobre (ENL <1.5 mcal / kg de materia seca). La anterior se atribuye a que en el pasado se hizo énfasis principalmente en el rendimiento (Toneladas de forraje verde / hectárea) para la producción de ensilados de maíz, sin considerar su valor nutritivo debido a la falta de información de la importancia de este aspecto (Nuñez et al., 2001; Nuñez et al., 2003)

Uno de los principales problemas existentes de México en las zonas áridas y semiáridas es la falta del recurso agua, principal factor limitante de la producción agrícola.

La Comarca Lagunera es una de las cuencas lecheras más importantes a nivel nacional, donde se sembraron 13 298 has de maíz forrajero, de las cuales 4,591 has fueron regadas con agua de la presa (SAGARPA - Región Lagunera 2011) y 90 % se siembran con híbridos comerciales para grano de compañías multinacionales desarrollados para otras regiones del país. Por lo general se considera a los híbridos altamente productores de grano, los mejores en calidad de forraje, alto porcentaje de mazorca o alto índice de cosecha que favorecen los incrementos en la calidad del forraje. (Peña et al., 2003).

Dentro del sistema de producción de leche, el maíz ha sido la fuente principal de energía, ello debido a la alta productividad en materia seca, eficiencia en el uso de agua y la disponibilidad de maíces mejorados; sin embargo estas tres

características disminuyen bajo condiciones de temporal, afectando directamente la calidad de forraje (Martínez et al., 1996).

Una buena selección de híbridos, en donde se integren aspectos agronómicos y de calidad nutritiva proporcionan los mejores resultados en la obtención de forraje de maíz de buena calidad. (Núñez, 1999). Históricamente, los híbridos de maíz que exhiben buen rendimiento de grano han sido considerados adecuados para producir ensilados (Bal et al., 1997; Bal et al., 1998; Bal et al., 2000). En la Comarca Lagunera la producción promedio por hectárea es de 51 toneladas de forraje fresco y 15 toneladas de forraje seco (Reta et al., 2002).

Una alternativa de solución para el desarrollo de las cuencas lecheras es incrementar la producción y calidad del forraje, mediante mejoramiento genético de cultivares que se adapten bien a las condiciones climáticas de las regiones lecheras, superando a los materiales que actualmente se explotan. En México, el maíz constituye la planta agrícola predominante: produce de 44 a 60 t ha⁻¹ de un forraje con MS y elementos nutritivos digestibles e iguales a los de la alfalfa. (Flores, 1980).

La planta ideal para ensilaje deberá contemplar la alta producción de forraje de calidad, al menos 40-50% de grano a la cosecha, que la planta se conserve verde al momento del corte, que la fracción tallo sea muy digestible y que la planta sea muy resistente a algunas enfermedades, principalmente fúngicas.

2.2 Objetivo general.

Seleccionar los híbridos de alta producción y calidad forrajera irrigados con agua de río en la Comarca Lagunera.

2.3 Hipótesis.

La producción y calidad de forraje de los diferentes híbridos evaluados irrigados con agua de río es diferente.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

En México, la producción de maíz para ensilado se caracteriza por rendimiento de materia seca por hectárea y contenido de grano bajo; contenido alto de fibra que ocasiona que la digestibilidad y energía del forraje sea baja. Situación que se debe en parte, al empleo de híbridos considerados como “forrajeros”, por su porte alto y gran capacidad para producir forraje, así como manejo para obtener grandes volúmenes de materia verde por hectárea (Núñez et al., 2003).

De 7.34 millones de hectáreas de maíz que se siembran en México, aproximadamente el 25% de la superficie es con semilla híbrida o variedades mejoradas de polinización libre y 75% restante, con variedades criollas locales (Nadal, 2000).

3.2 El Maíz.

El maíz (*Zea mays* L.), es por tradición un cultivo de suma importancia en México, tanto para la alimentación humana como para la animal, aunque en este caso, se utiliza tanto como forraje verde ensilado o como rastrojo (el cual tiene un bajo valor nutritivo). La producción de forraje es una actividad agropecuaria esencial para el desarrollo de la ganadería, y en particular el que se obtiene del cultivo del maíz, ya que este cultivo por su diversidad genética se adapta a diferentes regiones del país, (Milligan et al. 2003).

Se cultiva con frecuencia para producir forraje verde, ya que es muy palatable y de gran valor nutritivo. Suele cosecharse cuando el grano se encuentra en estado lechoso – masoso y las hojas están todavía verdes, obteniéndose únicamente una cosecha en cada siembra. El principal uso que se le da en otros países es como ensilado. Probablemente proporciona el mejor ensilado de la

familia de las gramíneas, logrando alto rendimiento sin necesidad de ningún aditivo (Skerman, 1992).

Todas las variedades pueden cultivarse para forraje, pero las de mayor rendimiento son aquellas variedades regionales de porte alto. Los híbridos por su porte pequeño generalmente producen menos cantidad de forraje por unidad de área.

3.3 Maíz forrajero.

El término “maíz forrajero” abarca conceptos básicos para la nutrición animal y no solo rendimiento de forraje verde: rendimiento de materia seca y calidad nutritiva, que incluya proteína, energía, fibra detergente neutra y acida, principalmente. Parámetros determinados por los componentes morfológicos de planta: hoja, tallo y elote, en combinación con su madurez; y otras características importantes como acame, incidencia de enfermedades, altura de la planta, número, ancho y largo de la hoja, número de elotes, apetencia para rumiantes, entre otros. Aspectos que tendrán incidencia en el rendimiento de materia seca, calidad nutritiva y aceptación de forraje por el animal. (Paliwal, 2001^a).

En la región norte del país se dispone de híbridos de maíz para forraje formados a partir de germoplasma de origen tropical o templado; híbridos con menor ciclo a cosecha (precoces) que otros (intermedios o tardíos) y los denominados de alta calidad proteínica. Existen factores que pueden interaccionar con los híbridos de diferente ciclo, como la fecha de siembra y densidad de plantas (Lauer, 1998; Schmid *et al.*, 1976).

Entre las especies forrajeras que ofrecen estas características se encuentra el maíz (*Zea mays*), cultivo anual, con un ciclo vegetativo de 90 a 150 días para la producción de grano, dependiendo de la altitud. Se cultiva en una

gran variedad de climas y es un cereal básico para la alimentación humana, siendo por muchos años la base de alimentación de muchas culturas.

El desarrollo de sistemas de producción de leche y carne deben estar orientados hacia una productividad económica, por lo que estos deben depender cada vez más de alimentos de bajo costo y fácil manejo. Esto puede lograrse implementando al cultivo de gramíneas y leguminosas para producir forrajes perennes o temporales de alta producción y calidad.

El creciente aumento de producción de maíz forrajero en las cuencas lecheras del país, plantea la necesidad de definir estrategias que identifiquen fuentes de germoplasma y aprovechen el potencial genético existente a través de desarrollo de programas de mejoramiento genético. A la fecha, ninguno de los híbridos de maíz usados para forraje en México ha sido desarrollado en programas de mejoramiento genético para mayor producción y calidad forrajera, sino que fueron seleccionados para rendimiento de grano (Peña et al.2004).

Si bien el enfoque que hasta hace algunos años se le dio a los maíces forrajeros fue el de obtener genotipos de porte alto y elevado contenido de follaje, con el propósito de obtener una mayor producción de materia seca por unidad de superficie. Actualmente esta tendencia ha cambiado a partir de trabajos establecidos para definir los criterios específicos para mejorar la calidad y producción de follaje (Johnson et al., 1997; kuehn et al., 1998; Clark et al., 2002).

El forraje o ensilado de maíz es un excelente suplemento de energía y su valor nutritivo es relacionado con la digestibilidad y contenido de proteína lo que hace de este un cultivo muy versátil en comparación a otros forrajes. (lauer et al., 2001).

3.4 Importancia del maíz forrajero

El forraje es importante en la alimentación de los rumiantes por razones biológicas y económicas. Dada la naturaleza digestiva de los rumiantes, una función importante del forraje es estimular la rumia y salivación necesarias para mantener la salud del ganado. (Schroeder, 1996).

La importancia que tiene el maíz forrajero, como fuente principal de energía y fibra para la alimentación animal; además, del apoyo que ofrecen las tecnologías en laboratorio para determinar la calidad de los cultivos forrajeros, ha tomado en los últimos años, una mayor relevancia dentro del sistema de producción de maíz forraje leche, sobre todo en áreas productoras del lácteo, como es el caso de diversas cuencas lecheras del país y de la unión Americana, en donde la base de la alimentación en vacas lecheras es la producción de maíz ensilado (Buxton et al., 1995; Nuñez et al., 2003).

En general, la calidad nutricional del forraje se relaciona al consumo de energía y proteína absorbida (Allen, 1991). El consumo de energía es función del consumo de materia seca y concentración de energía. El consumo de materia seca se ha relacionado con el espacio que ocupan los forrajes fibrosos (efecto de llenado ruminal). Debido a lo anterior, tanto el contenido de fibra, su digestión y paso a través del rumen son factores que pueden afectar el consumo de materia seca del ganado (Allen, 1996).

La proteína de los forrajes es altamente degradable, mientras que la fracción que no se degrada en el rumen es pequeña y muy variable. La proteína degradable en el rumen es utilizada para la síntesis de proteína microbiana; la cual, constituye una alta proporción de la proteína metabolizable. (Allen, 1996).

Por otra parte, existen varios factores que afectan la calidad nutricional del forraje, dentro de los cuales destacan: la especie de forraje, estado de madurez, métodos de conservación, clima y fertilidad del suelo entre otros factores (West, 1998).

3.5 Comarca Lagunera.

La región lagunera se ha caracterizado por el desarrollo de la ganadería lechera a un nivel de producción que la coloca como la principal cuenca productora de leche del país. Una actividad básica dentro de la actividad lechera es la producción de forraje. El alto nivel de producción del ganado lechero en la región, ha originado un cambio de enfoque en la producción de forraje hacia obtener la mayor producción posible, pero también un alto valor nutritivo y eficientizar el uso del agua de riego.

En los últimos 10 años de evaluación de maíces forrajeros en el INIFAP en la Comarca Lagunera, se han incluido 152 híbridos diferentes, de los cuales se han identificado materiales con buenas características de rendimiento y calidad forrajera, que los productores pueden seleccionar para sembrar, con la certeza de obtener un ensilado de alta calidad (Faz et al., 2005).

La respuesta a la selección podría ser más eficiente si se consideran simultáneamente otros caracteres como alta digestibilidad y positivamente correlacionados con el rendimiento de forraje verde (Bujak et al., 2007). Al respecto se ha realizado investigación para la selección simultánea de caracteres en especies animales y vegetales, con éxito. Actualmente se requiere estudiar en el maíz forrajero una metodología para determinar que caracteres deben incluirse en la selección simultánea, a fin de mejorar la producción y calidad del forraje al mismo tiempo (Milligan et al., 2003).

Un alto porcentaje de mazorcas o un alto índice de cosecha favorecen incrementos en la calidad nutritiva del forraje; sin embargo, en algunos casos también se relacionan negativamente con la digestibilidad de la planta sin elote (Fairey, 1982; Dhillon et al., 1990).

Actualmente uno de los problemas más preocupantes en el mundo es la insuficiencia de alimentos, mas ahora por la falta de agua, baja productividad de tierras y las cada vez más cambiantes condiciones climáticas.

Prácticas que buscan brindar una cama para la semilla con un suelo mullido, aireado y enriquecido con la incorporación de la materia orgánica disponible, de tal forma que favorezca la germinación de la semilla, arraigamiento de la planta, retención de agua, actividad microbiológica y los cambios químicos que se produzcan en la temporada. Por otra parte, se busca disminuir o destruir la población de maleza y plagas perjudiciales para el cultivo.

3.6 Alta densidad de siembra

La alta densidad de población en maíz puede reducir la calidad de forraje, debido principalmente al menor contenido de grano, sin embargo existe una respuesta diferente de acuerdo a las características de los genotipos.

3.7 Calidad nutritiva

Entre los factores que afectan la calidad nutritiva del ensilaje de maíz, se destacan: el contenido en granos, calidad del tallo y hojas, componentes que están estrechamente relacionados con la concentración y digestibilidad de la pared celular.

El contenido de grano depende de factores ambientales (fundamentalmente climáticos en el momento de la floración) y de las prácticas de manejo del cultivo. En el caso de una severa reducción en la cantidad de grano, la producción de biomasa se verá afectada y el componente tallo resultará proporcionalmente más importante y de mayor calidad. Esto se debe a que cuando el rendimiento en grano es elevado hay una importante removilización de azúcares del tallo hacia la espiga durante el llenado del grano, esta situación incrementa el contenido relativo de pared celular en consecuencia la calidad del tallo puede disminuir sensiblemente.

En los sistemas de producción bovina, la alimentación se basa en el aprovechamiento directo de pasturas y verdes.

Debido a la estacionalidad de la producción forrajera o a los desbalances nutricionales, es necesario recurrir a diversos tipos de suplementos: henos, silos, concentrados, subproductos, etc. Para cubrir los requerimientos nutritivos de los animales. Entre los suplementos utilizados, el maíz, como grano seco, húmedo o ensilado juega un rol clave.

Las prácticas del manejo del cultivo y del ensilado: densidad de plantas a cosecha, tipo de híbrido, momento y altura del corte, tipo de silo, tamaño del picado deberán tener a un alto rendimiento productivo con un elevado valor nutritivo.

3.8 Selección del híbrido

La elección del híbrido, dependerá del área agro ecológica en que será sembrado el cultivo. Un aspecto a tener en cuenta en el momento a elegir el híbrido a sembrar con destino al silo es la ciclo del híbrido.

3.9 Fecha de siembra

Modifica las condiciones ambientales en la cual se va a desarrollar el cultivo, debido a las variaciones del fotoperiodo, radiación y temperatura a lo largo de la estación de crecimiento del maíz. Estos factores, además, influyen sobre la acumulación y participa de la materia seca. La radiación y fotoperiodo afectan la tasa de crecimiento y la temperatura condiciona la duración del estado fenológico.

3.10 Densidad de siembra

Expresada en plantas por hectárea asegura la cobertura rápida del suelo y eficiente intercepción de la radiación afectando la acumulación de materia seca. Particularmente en el caso de maíz la densidad tiene gran impacto sobre la participación de los asimilados hacia las estructuras vegetativas y reproductivas. La densidad óptima dependerá de la zona.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

4.2 Localización geográfica.

La comarca lagunera se localiza en las coordenadas geográficas 103° 25' 55" longitud oeste del meridiano de Greenwich y 24° 22' 00" de latitud norte, con una altura de 1120 msnm (CNA, 2002).

4.3 Localización del sitio experimental.

El presente trabajo de investigación se realizó durante el ciclo de primavera del año 2011 a partir del mes de marzo, en la empresa Beta Santa Mónica, en el Predio "Santo Tomas", en el municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila.

Predio situado dentro de la Comarca Lagunera, entre los paralelos 25° 41' 56" N y 103° 04' 48" O, con una altitud de 1109 msnm, con temperatura promedio de 22.6° C y una precipitación promedio anual de 217 mm, siendo el presente trabajo de investigación parte del convenio entre el Departamento de Riego y Drenaje y la empresa Beta Santa Mónica

4.4 Clima.

El clima de la comarca lagunera es de tipo desértico con escasa humedad atmosférica, precipitación pluvial promedio entre los 200 a 300 mm anuales, con una evaporación anual promedio de 2600 mm. Una temperatura promedio anual de 20°C y fluctúa entre los 28 y 40°C. En este último aspecto, el área de la llanura y gran parte de la zona montañosa, presenta dos periodos bien definidos: el primero comprende siete meses de abril hasta octubre, en los que la temperatura

media mensual excede a los 20°C; y el segundo abarca de noviembre a marzo en la que la temperatura media mensual varía entre los 13.6°C y 19.4°C. Los meses más fríos son diciembre y enero con un promedio de temperatura baja de 5.8°C aproximadamente (CNA, 2000).

V. PRÁCTICAS CULTURALES

5.2 Preparación de suelo

La parcela experimental fue la tabla 21 con una superficie asignada para el trabajo de investigación de 6.68 has, donde los trabajos de preparación de suelo fueron los siguientes:

5.3 Subsuelo

Consistió en romper la capa endurecida de suelo que se forma por el paso de la maquinaria, teniendo como beneficio facilitar la penetración de las raíces, favoreciendo la absorción, retención de humedad y mejor aireación del suelo.

5.4 Barbecho

Consistió en roturar y voltear la capa superficial de suelo de espesor variable, lo cual favoreció la incorporación de maleza y residuos del cultivo anterior, además de destruir los huevecillos, larvas y pupas de plagas.

5.5 Rastreo

Consistió en desmenuzar los terrones que quedan después del barbecho, para mullir el suelo y favorecer la germinación de semilla y retención de humedad.

5.6 Nivelación

Consistió en nivelar el terreno para la distribución eficiente del agua de riego, favoreciendo el avance del mismo.

5.7 Fecha de Siembra

La siembra se realizó en el ciclo agrícola primavera-verano, el día 10 de abril del 2011, y se sembró con una sembradora de precisión, con una densidad de 7.5 semillas/ metro (100,000 semillas/ hectárea), con una distancia entre surcos de 75 cm.

5.8 Fertilización

Se fertilizo en todo su ciclo fenológico con 172.96 N – 62.4 P – 00 K – 17.67 S, aplicando 31.2 unidades de fosforo (37.5 litros de H_2PO_4 / ha) y 9.80 unidades de azufre (5.56 litros de H_2SO_4 / ha) en el riego de aniego con el agua de rio el día 27 de Marzo del 2011.

Posteriormente se aplicó 46 unidades de nitrógeno (100 kg/ha de urea) a la siembra el día 10 de abril del 2011,

El resto del nitrógeno se aplicó con la escarda antes del primer riego de auxilio, aplicando 126.96 unidades de nitrógeno (276 kg/ ha) el día 7 de mayo del 2011.

Por último se aplicó en el agua de riego 31.2 unidades de fosforo (37.5 litros de H_2PO_4 / ha) y 14.40 unidades de azufre (24.46 litros de H_2SO_4 / ha).

5.9 Riego

En el área de investigación se utilizó agua de río, y sistema de riego superficial (melgas), en donde los riegos fueron distribuidos de la siguiente forma:

- Aniego el día 27 de Marzo de 2011.
- Primer riego de auxilio 22 de mayo de 2011
- Segundo riego de auxilio 13 de junio de 2011
- Tercer riego de auxilio 7 de julio de 2011.

5.10 Control de maleza

El día 10 de abril del 2011 después de la siembra se aplicó un herbicida pre emergente para el control de maleza de hoja ancha y angosta, utilizando una aspersora con 200 litros de agua/ hectárea, aplicando 4 litros de atrazina + metolaclor.

El aporque se llevó a cabo a los 27 días después de la siembra con una escarda mecánica

5.11 Control de Plaga

El control de plaga se realizó con 2 aplicaciones de insecticida permetrina granulado, aplicando 15 kg/ ha, a los días 31 de mayo y 9 de junio del 2011 para control de gusano cogollero, utilizando para su aplicación gandis.

Para control de araña roja se aplicó el día 2 de junio de 2011, 0.5 lts/ ha de Spiromesifen con una aspersora, utilizando los bajantes, con 300 lts de agua/ ha, con la finalidad de tener una excelente cubrimiento de la planta.

VI. TRATAMIENTOS.

Los tratamientos consistieron en la evaluación de 6 híbridos de maíz (*Zea mays L.*). Los híbridos que se evaluaron fueron 2358 DOW, HT 9019, 30F35 PIONNER, 2A120 DOW, HT 91-50 W (TESTIGO) Y HT 7887.

VII. DISEÑO EXPERIMENTAL.

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar de seis híbridos y tres repeticiones. La distribución de tratamientos se presenta en el cuadro 1.

:

Cuadro 1. Híbridos evaluados en campo

No. De tendida	Hibrido de Maíz
1	2358 DOW
2	HT 9019
3	30F35 PIONNER
4	2A120 DOW
5	HT 91-50W (TESTIGO)
6	HT 7887
7	30F35 PIONNER
8	HT 7887
9	2358 DOW
10	HT 91-50W (TESTIGO)
11	HT 9019
12	2A120 DOW
13	2A120 DOW
14	HT 91-50W (TESTIGO)
15	2358 DOW
16	HT 7887
17	30F35 PIONNER
18	HT 9019

7.2 Variables Evaluadas

En cada una de las parcelas experimentales establecidas a los 10 días de germinado el maíz se identificó cada una con una cinta de color, con el propósito de tomar los datos siempre en el mismo sitio hasta la cosecha, se evaluaron las siguientes variables agronómicas:

7.3 Altura de planta.

La cual se obtuvo desde los 28 días después de germinado el maíz, realizando 5 mediciones de altura, la última medición se realizó un día antes de la cosecha.

7.4 Numero de hojas.

La cual se obtuvo a partir de los 28 días después de germinado el maíz, realizando 5 mediciones de numero de hojas, la medición se tomó por pares de hojas.

7.5 Diámetro del tallo.

Se obtuvo desde los 28 días después de germinado el maíz, utilizando un vernier.

7.6 Rendimiento de forraje verde (RFV).

Se determinó cuando en el grano la línea de almidón se encontraba a un tercio (poco después del estado masoso – lechoso), o cuando la materia seca supero el 30 %. El RFV (t ha⁻¹) se calculó de la siguiente forma:

Primero se determinó la superficie sembrada utilizando una estación total para cada híbrido de maíz (has). Posteriormente a la cosecha se obtuvo el peso total de cada híbrido del maíz (ton)

$$RFV = (\text{ton})/(\text{ha})$$

Dónde: RFV = Rendimiento en forraje verde (ton/ ha)

Ton = Peso total de híbrido cosechado (ton)

ha = Superficie cosechada por híbrido de maíz (ha)

7.7 Rendimiento de forraje seco (RFS).

La materia seca total se determinó secando las muestras tomadas de cada híbrido el cual fue utilizando un horno de microondas. Se obtuvieron dos submuestras de 50 gramos de materia verde, de cada uno de los híbridos las cuales fueron introducidas, sucesivamente, en un horno de microondas. Cada muestra fue sometida a 5 ciclos de 2 minutos a potencia máxima, en presencia de un vaso de 100 ml de agua aproximadamente.

Al finalizar cada ciclo de 2 minutos, se removió la submuestra con el fin de lograr uniformidad de secado. Simultáneamente, se descartó el agua y se reemplazó por igual cantidad, pero a temperatura ambiente, para evitar la ebullición. A la finalización del proceso, se pesó el remanente y se estimó el % MS. Las dos repeticiones se promediaron para obtener un solo valor por muestra.

7.8 Calidad de forraje.

La calidad de forraje de determino con una muestra de silo de maíz cosechada, donde se mandó analizar en el laboratorio AGROLAB S.A de C.V. los siguientes parámetros:

Proteína Cruda

Fibra Detergente Acida (FDA)

Fibra Detergente Neutra (FDN)

Almidón

Energía Neta de Lactancia

Litros de leche / tonelada de materia seca

7.9 Análisis de datos

El análisis de datos se realizó utilizando el paquete estadístico FAUANL
VERSION 2.5

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.2 Altura de planta.

La altura de planta de los diferentes híbridos de maíz evaluados se presenta en el cuadro 2

La mayor altura de planta se presentan en los híbridos 2358 DOW, HT 9150W TESTIGO, 30F35 PIONNER y HT 9019 los cuales presentan alturas estadísticamente similares con valores de 273.66, 268.16, 258.66, 247.25 centímetros respectivamente.

La altura en planta del híbrido 2358 DOW es mayor a la de los híbridos 2A120 DOW y HT 78887 que presentan altura de planta de 237 y 234.75 respectivamente.

La altura de planta de los híbridos HT 9150W TESTIGO, 30F35 PIONNER, HT 9019, 2A120 DOW y HT 78887 presentan alturas similares respectivamente.

Cuadro 2. Altura de planta (cm) de los diferentes híbridos evaluados.

HIBRIDO	ALTURA
2358 DOW	273.66 a
HT 9150 W TESTIGO	268.16 ab
30F35 PIONNER	258.66 ab
HT 9019	247.25 ab
2A120 DOW	237.00 b
HT 7887	234.75 b

Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales según la prueba DMS ($P \leq 0.05$)

8.3 Diámetro de tallo

El diámetro de tallo de los diferentes híbridos evaluados que se presentan en el cuadro 3. El análisis estadístico muestra que no hay diferencia significativa en la evaluación ya que el diámetro de tallo oscilan de 2.2 a 2.5 cm.

Cuadro 3. Diámetro de tallo (cm) de los diferentes híbridos evaluados.

HIBRIDO	DIAMETRO
2358 DOW	2.52
HT 9019	2.20
30F35 PIONNER	2.20
2A120 DOW	2.34
HT 9150 W TESTIGO	2.25
HT 7887	2.20

Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales según la prueba DMS ($P \leq 0.05$)

8.4 Número de hojas.

El número de hojas de los diferentes híbridos evaluados se presentan en el cuadro 4. Donde el análisis estadístico muestra diferencia significativa entre los diferentes híbridos.

El mayor número de hojas se presentan en los híbridos: 30F35 PIONNER, 2358 DOW, HT 9150W TESTIGO, HT 9019 y 2A120 DOW, los cuales presentan alturas estadísticamente similares con valores de 8.66, 8.08, 8.08, 7.91 y 7.58 respectivamente.

El número de hojas del híbrido 30F35 PIONNER es mayor al híbrido HT 7887 que presenta un número de hojas de 7.41 respectivamente.

El número de hojas de los híbridos 2358 DOW, HT 9150W TESTIGO, HT 9019, 2A120 DOW y HT 7887 presentan alturas similares respectivamente.

Cuadro 4. Numero de hojas de los diferentes híbridos evaluados.

TRATAMIENTO	MEDIA
30F35 PIONNER	8.66 a
2358 DOW	8.08 ab
HT 9150 W TESTIGO	8.08 ab
HT 9019	7.91 ab
2A120 DOW	7.58 ab
HT 7887	7.41 b

Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales según la prueba DMS ($P \leq 0.05$)

8.5 Rendimiento de forraje verde (RFV).

El rendimiento de forraje verde de los diferentes híbridos evaluados se presenta en el cuadro 5. Donde el análisis estadístico muestra diferencia significativa entre los diferentes híbridos.

El mayor rendimiento de forraje verde se presenta en los híbridos: HT 9150W TESTIGO, HT 7887, 30F35 PIONNER y 2358 DOW, los cuales presentan rendimientos estadísticamente similares con valores de 43.44, 42.1, 41.82 y 41.44 de forraje verde respectivamente.

El rendimiento de forraje verde del híbrido HT 9150W TESTIGO es mayor a los híbridos 2A120 DOW y HT 9019 que presenta un rendimiento de forraje verde de 34.49 y 31.46 respectivamente.

El rendimiento de forraje verde de los híbridos 30F35 PIONNER, 2358 DOW y 2A120 DOW presentan rendimiento de forraje verde similares respectivamente.

Cuadro 5. Rendimiento en forraje verde (Ton ha⁻¹) de los diferentes híbridos evaluados

TRATAMIENTO	MEDIA
HT 9150 W TESTIGO	43.44 a
HT 7887	42.1 a
30F35 PIONNER	41.82 ab
2358 DOW	41.44 ab
2A120 DOW	34.49 bc
HT 9019	31.46 c

Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales según la prueba DMS ($P \leq 0.05$)

8.6 Rendimiento en forraje seco (RFS).

El rendimiento de forraje seco (Ton. FS ha⁻¹) de los diferentes híbridos evaluados se presenta en el cuadro 6. Donde en el análisis estadístico muestra diferencia significativa entre los diferentes híbridos al momento de la cosecha.

Los híbridos: HT 9150W TESTIGO, 30F35 PIONNER, HT 7887, 2358 DOW y 2A120 DOW presentan al momento de la cosecha producciones similares, con valores de 14.06, 13.11, 13.01 y 12.39 (Ton. FS ha⁻¹) respectivamente.

Sin embargo las producciones de los híbridos: 2358 DOW, 2A120 DOW y HT 9019 fueron similares.

El rendimiento de forraje seco del híbrido HT 9150W TESTIGO es mayor a los híbridos 2A120 DOW y HT 9019 que presenta un rendimiento de forraje seco de 10.45 y 9.97 respectivamente.

Cuadro 6. Rendimiento en forraje seco (Ton. FS ha⁻¹) de los diferentes híbridos evaluados

TRATAMIENTO	MEDIA
HT 91-50 W TESTIGO	14.06 a
30F35 PIONNER	13.11 a
HT 7887	13.01 a
2358 DOW	12.39 ab
2A120 DOW	10.45 b
HT 9019	9.97 b

Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales según la prueba DMS ($P \leq 0.05$)

8.7 Calidad de forraje.

El resultado bromatológico de los diferentes híbridos evaluados se presenta en el cuadro 7. Donde se muestra que los híbridos de mayor calidad nutricional fueron el HT 9019, 2358 DOW y 2A120 DOW, con valores de 21.8, 20 y 20.6 % de almidón y 1531, 1408 y 1465 litros de leche / tonelada de materia seca respectivamente.

El híbrido con menor calidad en base el resultado bromatológico fue HT7887 con valor de 4.5 % de almidón.

Cuadro 7. Resultados de análisis bromatológicos.

Híbrido	2358 DOW	HT 9019	30F35 PIONNER	2A120 DOW	HT 91-50W TESTIGO	HT 7887
Color de mazorca	Blanco	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Blanco	Amarillo
Rendimiento forraje verde (ton/ ha)	41.1	31.29	41.72	34.33	43.56	41.92
Materia Seca (%)	26.5	31.5	25.3	31	25.9	24.9
Rendimiento forraje seco (ton/ ha)	10.89	9.86	10.56	10.64	11.28	10.44
Proteína Cruda (%)	11.6	11.8	10.7	10.7	11.3	12.1
FND (%)	45.4	47.9	57.6	51.4	51.7	53.1
FDA (%)	25.8	27.7	38	31.1	32.6	32.4
Almidón (%)	20	21.8	10.2	20.6	13.1	4.5
ENL (%)	1.41	1.45	1.24	1.45	1.36	1.19
Lt de leche /ton de MS	1,408.00	1,531.00	1,063.00	1,465.00	1,247.00	1,067.00
Lt de leche /ha	15,335.23	15,090.07	11,220.14	15,590.97	14,068.70	11,137.43

IX. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio se concluye:

La altura de planta entre híbridos fue diferente.

El diámetro de tallo de planta de los híbridos fue similar.

El número de hojas fue diferente entre híbridos.

La producción y calidad en forraje verde y seco fueron diferentes en los híbridos evaluados.

La mejor calidad de forraje fue presentada o obtenida con los híbridos HT 9019, 2358DOW y 2^a120 DOW.

X. BIBLIOGRAFÍA

Allen, M.O´neil K. A, Main DG, Beck J. 1991. Relationships among yield trail of corn hybrids for silage. J. Dairy Sci. 74.

Allen, MS. 1996. Relationship between forage quality and dairy cattle production. Animal Feed Science Technology. 59: 51 – 60.

Bal M.A, Shaver R.D, Al – Jobeile H, Coors J.G, and Lauer J.G. 2000. Corn silage hybrid effect on intake, digestión, and milk production by dairy cows. J. Dairy Sci 83: 2849-2858.

Buxton. D. R, K. P. Vogel, M. D. Casler, y K. J. Moore.1995. Field survival of perennial forages divergently select for digestibility. In agronomy Abstract, Pag. 163. Am. Soc. of Agron., Medison, WL.

CNA. 2002. Comisión Nacional del Agua. Gerencia Regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del agua. Torreón Coahuila. pp. 23 – 26.

De la Cruz E., Rodríguez S. A. 2005. Análisis Dialeico de líneas de Maíz QPM para características forrajeras. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Redalyc. Pag. 3

Fairey, N.A. 1982. Influence of population density and hybrid maturity on productivity and quality of forage maize. Can. J. Plant Sci. 62: 427 – 434.

Flores M. J. 1980. Bromatología animal. 2ª edición. Limusa, Mexico. Pag. 930.

Karlen, D.L. and C.R Camp. 1985. Plant density, distribution, and fertilizer effects on yield and quality of irrigated corn silage. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 16: 55 – 70.

Lauer J. 1998. Corn kernel milk stage and silage harvest moisture. Field crop. January. University of Wisconsin. 1 – 4.

Lauer J. G, Coors J.G, Flannery P.J. 2001. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different Eras. *Crop Sci.* 41: 1449 – 1455.

Latournerie M. Luis, Rodríguez H. Sergio A., Urquiza V. Jorge A. 2001. Potencial forrajero de veintidós híbridos de maíz evaluados en tres densidades de siembra. *Agronomía tropical.*

Núñez, H. G, F Contreras, R. Faz C, S. Rodriguez H. 1999. Selección de híbridos para obtener rendimiento y alto valor energético en maíz para ensilaje. En componentes tecnológicos para la producción de ensilados de maíz y sorgo. SAGAR-INIFAP-CIRNOC-CELAYA 1999: 2-5.

Núñez, H. G y Cantú, B.J.E. 2001. Producción, composición química y digestibilidad del forraje de sorgo x sudan de nevadura café en la región norte de México. *Tec. Pec. Mex.:*38(3) Pág. 177 – 187.

Núñez H. G, F. Contreras G. y R. Faz C. 2003. Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Tec. Peru. Mex.* 41: 37-38.

Paliwal, R. L. 2001. Mejoramiento de maíz con objetivos especiales. In: Paliwal, R. L., G Granados, H. R. Lafitte y A. D. Violic. (eds). *El maíz en los trópicos. Mejoramiento y Producción.* Departamento Agrícola. FAO. Roma, Italia.

Peña R.A, Núñez H.G, González C.F. 2003. Importancia de la planta y el elote en poblaciones de maíz para el mejoramiento genético de la calidad forrajera. *Tec. Pecu. Mex.* 41 (1): 63 – 74.

Peña R.A, González C.F, Núñez H.G, Jiménez G.C. 2004. Aptitud combinatoria de líneas de maíz para alta producción y calidad forrajera, *Rev. Fititec. Mex.* 27 (Núm. Especial 1): 1-6.

Pinter, L., J. Schimidt, S. Jozsa, J. Szabo and G. Kelemen. 1990. Effect of plant density on the value of forage maize. *Maydica* 35: 73 – 79.

Pinter, L., Z., Alfoldi, Z. Burucs, and Paldi. 1994. Feed value of forage maize hybrids varying in tolerance to plant density. *Agron. J.* 86: 799 – 804.

Reta SDS, Carrillo JS, A Gaytan ME, Castro M, JA Cueto W. 2002. Guía para cultivar maíz forrajero en surcos estrechos. INIFAP, CIRNOC, CAELALA. Matamoros, Coahuila, México.

Schroeder, J. W. 1996. Quality forage for maximum production and return. NDSU. Extension service. North Dakota State University In <http://www.ext.nodak.edu/extpubs/ansci/range/as1117.htm>.pp.1 - 13.

Skerman. P. 1992. *Griminess tropic ales*. Roma, FAO, Pag. 849.

Tetio-Kagho, F. and F.P: Gardner. 1998. Response of maize to plant population density. II. Reproductive development, yield and yield adjustments. *Agron. J.* 80: 935 – 940

West, W. J. 1998. Factors which influence forage quality and affectiveness in dairy rations. *Western Canadian Dairy Seminar*. Pag. 1-9.

XI. ANEXOS

Cuadro 8. Datos de cosecha

	Hibrido	Peso (Ton)	Superficie	M.S	Rendimiento Verde	Rendimiento de M.S
	2358 DOW	16.35	0.3696	30	44.23	13.27
	2358 DOW	14.31	0.3073	29	46.56	13.50
	2358 DOW	12.57	0.3748	31	33.53	10.39
PROMEDIO	2359 DOW	14.41	0.35	30.00	41.10	12.33
	HT 9019	12.89	0.4345	32	29.66	9.49
	HT 9019	12.28	0.3981	30	30.84	9.25
	HT 9019	11.55	0.341	33	33.87	11.17
PROMEDIO	HT 9020	12.24	0.39	31.66	31.28	9.90
	30F35 PIONNER	14.74	0.3498	33	42.13	13.90
	30F35 PIONNER	13.81	0.3138	31	44.00	13.64
	30F35 PIONNER	14.11	0.3589	30	39.31	11.79
PROMEDIO	30F35 PIONNER	14.22	0.34	31.33	41.72	13.07
	2A120 DOW	14.48	0.3928	30	36.86	11.05
	2A120 DOW	13.32	0.3666	30	36.33	10.90
	2A120 DOW	13.01	0.4294	31	30.29	9.39
PROMEDIO	2A120 DOW	13.60	0.39	30.33	34.32	10.41
	HT 91-50W TESTIGO	13.45	0.3529	32	38.11	12.19
	HT 91-50W TESTIGO	16.39	0.3774	32	43.42	13.89
	HT 91-50W TESTIGO	18.36	0.3763	33	48.79	16.10
PROMEDIO	HT 91-50W TESTIGO	16.06	0.36	32.33	43.55	14.08
	HT 7887	15.2	0.3628	31	41.89	12.98
	HT 7887	16.85	0.4275	33	39.41	13.00
	HT 7887	15.65	0.3477	29	45.01	13.05
PROMEDIO	HT 7888	15.9	0.37	31	41.91	12.99