

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**RESPUESTA AGRONÓMICA Y CALIDAD DE FORRAJE
EN HÍBRIDOS DE MAÍZ DE CICLO PRECOZ**

POR:

PASCUAL DÍAZ MENDOZA

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

ENERO 2012.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. PASCUAL DÍAZ MENDOZA, ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN
DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

“Respuesta Agronómica Y Calidad De Forraje En Híbridos De Maíz De Ciclo
Precoz”

COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA:

ASESOR PRINCIPAL:


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

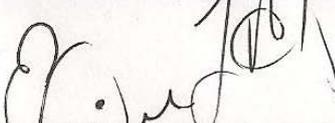
ASESOR:


DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

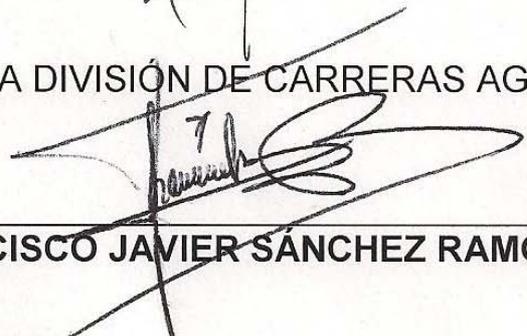
ASESOR:


DR. ARTURO PALOMO GIL

ASESOR:


ING. E. LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

ENERO 2012.

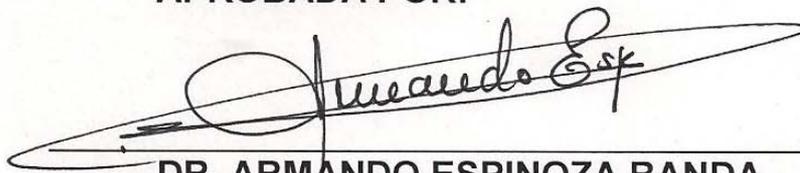
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. **PASCUAL DÍAZ MENDOZA**, QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

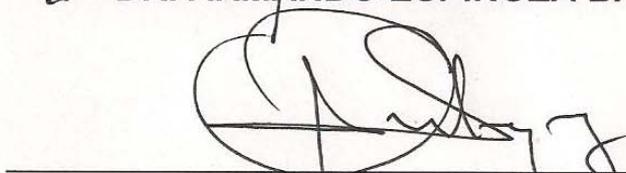
APROBADA POR:

PRESIDENTE:



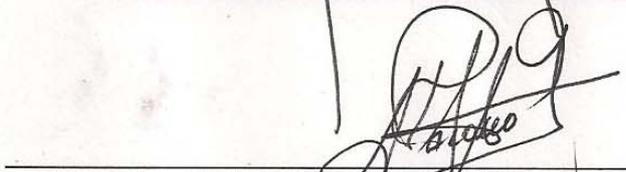
DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL:



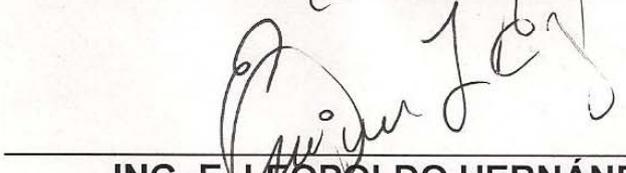
DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

VOCAL:



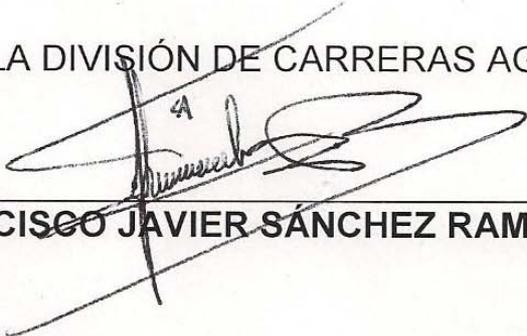
DR. ARTURO PALOMO GIL

VOCAL SUPLENTE:



ING. E. LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS



Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por darme la vida, la sabiduría, la fortaleza y la oportunidad de cumplir una de mis metas más importantes que es terminar esta carrera.

Porque Jehová da la sabiduría, y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia.

Pro. 2:6.

AL DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA. Mis más sinceros agradecimientos por brindarme su confianza, apoyo y tiempo para hacer posible la realización de este trabajo. DR. Armando Espinoza Banda mis respetos. GRACIAS.

A MI ALMA TERRA MATER. Por abrirme las puertas para adquirir los conocimientos necesarios dentro de sus instalaciones; así también los apoyos brindados para la terminación de mi carrera.

A MIS COMPAÑEROS. A todos ustedes compañeros por haber compartido los momentos agradables y difíciles durante los cuatro años y medio.

DEDICATORIA

A Mis Padres:

Diego Díaz Arcos y María Mendoza Arcos.

A ti Papá por darme todo tú apoyo incondicionalmente y el esfuerzo que realizaste con el único objetivo de sacarme adelante y para lograr esto que tengo ahora. Por la comprensión, amor, los regaños y los sabios consejos para tomar el camino correcto. GRACIAS PAPÁ.

A ti Mamá por haberme dado la vida, el amor, el cariño y la comprensión. Agradezco tus preocupaciones durante el tiempo separado de ti. GRACIAS MAMÁ.

AMi Hermanita:

Nelly Matilde Díaz Mendoza.

Por la motivación y los ánimos que me distes siempre durante los días de mi vida y durante la realización de esta carrera. GRACIAS HERMANITA.

AMis Abuelos. Por los sabios consejos y las preocupaciones durante los tiempos separado de ustedes. GRACIAS.

AMi Esposa:

Alma Mónica Moreno Valerio.

Gracias ojitos por brindarme todo el apoyo, el amor y el cariño durante la realización de mis estudios profesionales. Por estar conmigo en los momentos maravillosos y difíciles de mi vida. MORENA TE AMO.

AMi Hija:

María Ángeles.

Le doy gracias a Dios por darme una hermosa niña que eres tu Güerita, llegaste en mi vida cuando menos lo esperaba y trayendo contigo la felicidad que llevo hoy dentro de mí. Tú me distes los motivos para seguir adelante. Este esfuerzo y reconocimiento es para ti en especial. TE AMO TRAVIEZA.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Páginas
AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA.....	II
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	IV
ÍNDICE DE CUADROS	VI
RESUMEN	VII
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1.Objetivos	3
1.2.Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2. Generalidades del maíz forrajero	4
2.1. Origen del maíz	4
2.2. El maíz como cultivo forrajero	4
2.3.Híbridos	8
2.4. Importancia del cultivo de maíz	10
2.5. Clasificación taxonómica	11
2.6. Descripción botánica y morfológica.....	12
2.6.1. Descripción morfológica.....	12
2.6.2. Sistema radical	13
2.6.3. Tallo	13
2.6.4. Hojas.....	14
2.6.5. Flores.....	14
2.6.6. Fruto	16
2.6.7. Fisiología del maíz.....	17
2.6.8. Características de una planta forrajera ideal.....	17

2.7. Calidad nutricional del maíz	18
2.7.1. Materia seca	19
2.7.2. Energía neta de lactancia	20
2.7.3. Fibra detergente acida	20
2.7.4. Fibra detergente neutra	21
2.7.5. Digestibilidad.....	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3. Localización del módulo demostrativo.....	22
3.1. Localización geográfica.....	22
3.2. Material genético	22
3.3. Siembra	23
3.4. Fertilización	23
3.5. Riegos	24
3.6. Control de plagas y enfermedades.....	24
3.7. Control de malezas	25
3.8. Variables evaluadas	25
3.8.1. Floración femenina (FF).....	25
3.8.2. Altura de planta (AP).....	25
3.8.3. Altura de mazorca (AM).....	26
3.8.4. Peso verde de la planta (PVP).....	26
3.8.5. Rendimiento de forraje verde (RFV)	26
3.8.6. Materia seca (MS).....	26
3.9. Cosecha	27
3.10. Análisis bromatológico.....	27
3.11. Análisis estadístico.....	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
V. CONCLUSIONES.....	34
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	35

ÍNDICE DE CUADROS

	Páginas
Cuadro 2.1 Clasificación taxonómica del maíz. (Reyes, 1990)	12
Cuadro 2.2 Composición promedio de un cariósido de maíz perteneciente a la especie <i>Zea mays</i> L	16
Cuadro 3.1. Híbridos de maíz forrajero de ciclo precoz establecidos en el módulo demostrativo en la P.P. Granja Dulce María. 2010	23
Cuadro 3.2. Riegos, fechas de aplicación e intervalo.....	24
Cuadro 3.3. Control de plagas en maíz, P.P. Dulce María. 2010.....	24
Cuadro 3.4. Solución para la determinación de fibra ácido detergente.....	29
Cuadro 3.5. Solución para el análisis de fibra neutro detergente.....	29
Cuadro 4.1. Promedio de características agronómicas en 10 híbridos de maíz forrajero de ciclo precoz evaluados en la Región Lagunera. Granja Dulce María, UAAAN – UL, 2010	33

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo durante primavera – verano de 2010, en la P.P. Dulce María ubicada en el Municipio de Gómez Palacio, Durango. Se evaluaron 10 híbridos de maíz forrajero de ciclo precoz en condiciones de riego, con el objetivo de evaluar las características agronómicas de los híbridos comerciales de maíz de ciclo precoz en cuanto a capacidad de rendimiento y calidad nutricional del forraje.

Los híbridos se establecieron en un lote de 24 surcos de 0.76 m de ancho por 100 m de largo. La siembra fue el 22 de abril, utilizando una sembradora de precisión marca Gaspardo, de cuatro unidades de siembra; la densidad fue de aproximadamente 105 mil plantas por hectárea, para lograr esto se calibro a 7 u 8 semillas por metro lineal.

Los datos de las características agronómicas, de rendimiento y calidad se obtuvieron de tres muestras en cada melga. Los datos se analizaron con un diseño bloques al azar y tres repeticiones.

Los híbridos con mayor rendimiento de forraje fresco fueron 1863W, DAS2A120 y ADVANCE2203. Así también los híbridos con mayor rendimiento de materia seca fueron 1863W, DAS2A120 y ADVANCE2203.

Palabras clave: Maíz, forraje, híbrido, calidad nutricional, y rendimiento.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz ocupa el tercer lugar mundial alimentario, alcanzando una producción anual que sobrepasa los 500 millones de toneladas. EEUU encabeza la lista de los países productores con un 38% de la producción. El maíz es uno de los cereales más importantes del mundo, ya que suministra elementos nutritivos importantes a los seres humanos, animales y materia prima básica de la industria de la transformación, (FAO, 1993).

La FAO, (2001), lo ubica en el primer lugar con 609 millones de toneladas, seguido por el arroz con 592 millones de toneladas y en tercer lugar el trigo con 582 millones de toneladas. El maíz es la base de la seguridad alimentaria de muchos países de Latinoamérica y África. En México solo se produce el 3% de la producción total mundial y los estados con mayor producción son: Chiapas, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz, (SAGARPA, 2001).

El maíz forrajero es cultivado para la alimentación de ganado, se cosecha y ensila para suministro en épocas de escasez de pasto o para alimentar ganado estabulado. La densidad de plantas por hectárea que se utiliza para la siembra, es de 80 mil a 120 mil plantas por hectárea.

El valor nutritivo del ensilaje destaca por su contenido energético así como la cantidad de proteínas y sales minerales que aporta. El mayor contenido en materia seca del maíz ensilado se consigue con un buen manejo del cultivo, la realización del ensilado en el momento oportuno y la buena conservación del silo; con el aumento en la demanda de producción de forraje en las cuencas lecheras del país, se plantea la necesidad de definir estrategias que ayuden a aprovechar el potencial genético existente a través del desarrollo de programas de mejoramiento genético. Hasta hoy, ninguno de los híbridos de maíz usados para forraje ha sido desarrollado en programas de mejoramiento genético para aumentar producción y calidad forrajera, solo fueron seleccionados para rendimiento de grano.

La Comarca Lagunera, a nivel nacional, es una de las cuencas lecheras más importantes, donde se siembran anualmente un promedio de 15, 000 ha de maíz forrajero del cuales 90% de los híbridos comerciales que se siembran son desarrollados para otras regiones del país y de compañías multinacionales. En los últimos 10 años de evaluación, se han incluido 152 híbridos de maíz diferentes identificándose materiales con buenas características de rendimiento y calidad forrajera, ensilado de alta calidad y producciones de 52 ton/ha de forraje fresco y 15 ton/ha de forraje seco.

Conociendo la importancia del maíz como forraje y existiendo genotipos locales adaptados a la región, es necesario evaluar su potencial como forraje tanto en producción como en su calidad.

1.1 Objetivo

Evaluar las características agronómicas de los híbridos comerciales de maíz de ciclo precoz en cuanto a capacidad de rendimiento y calidad nutricional del forraje.

1.2 Hipótesis

Ho: Los híbridos presentan diferente potencial de rendimiento de forraje y características agronómicas.

Ha: Los híbridos son similares en su potencial de rendimiento y características agronómicas.

II. REVISION DE LITERATURA

2. Generalidades del maíz forrajero

2.1. Origen del maíz

La planta de maíz se deriva del teocintle (*Zea mays* spp. Mexicana) que crece de manera silvestre en Mesoamérica. Existen estudios en México en los que estas pequeñas mazorcas, encontradas en cuevas de la región árida de Tehuacán, fueron fechadas por análisis de carbono radiactivo, alrededor de 5000 años a.c. en la época precolombina el maíz se introdujo en Sudamérica donde también tuvo un amplio proceso de domesticación. Como resultado, el maíz es una especie que presenta varios centros de diversificación que va desde México hasta Sudamérica, (Greenpeace, 2000).

El maíz es un cultivo muy remoto de unos 7000 años de antigüedad, que se cultivan en zonas de México y América Central. Hoy en día su cultivo está muy diseminado por todo el resto de países y en especial en toda Europa donde ocupa una posición muy elevada, (Infoagro, 2007).

2.2. El maíz como cultivo forrajero

Los maíces forrajeros que actualmente se usan, son seleccionados por capacidad de producción de materia seca, y poco interés en alta calidad

nutritiva,(Núñez,*et al*; 1999, Peña,*et al*; 2002). El maíz para forraje provee un alto rendimiento de biomasa por unidad de área, desde 40-90 ton/ha de forraje verde en un corto tiempo y el valor nutritivo va de bueno a excelente, dependiendo de la etapa de crecimiento que se encuentra el cultivo al momento de la cosecha, (Amador Boschini 2000; Wang- yeong,*et al.*, 1995).

Menciona que el valor nutricional del maíz usado para forraje tiene una función proteica y su potencial de digestibilidad es tal que varía con el contenido del grano y composición del olote, (Coors,*et al.*, 1994).

Núñez,*et al.*, (2003), menciona el maíz para forraje debe tener una alta productividad, bajo contenido de proteína, minerales y un elevado valor energético.

El uso de altas densidades de población puede reducir la calidad de forraje, debido principalmente al menor contenido de grano, (Pinter,*et al.*, 1994).

Menciona que es potencialmente posible obtener hasta 80 ton/ha de forraje verde fresco (30% de materia seca), con un contenido de grano de 45 a 50%, (Reta,*et al.*, 2001).

La densidad de plantas necesarias para el máximo rendimiento forrajero es mayor que para la producción de grano; no se conoce con precisión la respuesta de estos maíces a las altas densidades y sus efectos sobre el rendimiento y el valor nutricional, (Pinter,*et al.*, 1994).

Menciona que el contenido de grano en el maíz forrajero es de gran importancia, siendo esta una de las alternativas con que se cuenta para solucionar la escasez de forraje. También señala algunas ventajas de la utilización de este forraje como son: un alto potencial respecto a la posibilidad de aumentar su rendimiento de forraje; el cultivo establecido ocupa el terreno durante temporadas cortas, dando oportunidad a la rotación de cultivos, además de que el forraje obtenido puede ser ensilado para utilizarse en épocas de sequía o cuando es escaso el forraje, (De la cruz, 2002).

Menciona que la utilización de forraje de maíz, tiene dos variantes: la primera es el ensilado en verde, el cual se ha venido utilizando con mayor frecuencia debido a la comercialización de híbridos y variedades de maíz en la zona. En cuanto a la segunda variante, este se utiliza como forraje molido en donde se muele toda la planta una vez que adquiere toda su madurez fisiológica, (Ramírez, *et al.*, 1997).

Un buen maíz forrajero debe poseer las siguientes cualidades: el rendimiento de forraje verde mayor de 50 ton/ha, rendimiento de forraje seco o materia seca mayor a 25%, valor relativo de forraje mayor a 120, energía neta de lactancia mayor a 1.45 MgCal/Kg, digestibilidad de la materia seca mayor a 65%, contenido de fibra detergente ácido menor al 30% y contenido de fibra detergente neutra menor a 60%, (Vergara,*et al.*, 2002).

Menciona que los forrajes son fundamentalmente, fuentes de alimentos para el ganado, que a su vez proveen alimento de alta calidad nutritiva para el hombre, además de ser una forma de vida para miles de personas no solo en México sino en el mundo entero, contribuyendo además con beneficio como son: la conservación del suelo y agua. La agricultura forrajera, es una alternativa tecnológica para incrementar en parte los alimentos para los animales y con sus productos, alimentos para el hombre, (Cantú, 1989).

El nivel como participan los forrajes en la alimentación del ganado, ha avanzado de una manera progresiva en los últimos años, en lo que se refiere a nuevas variedades de forraje, obteniendo mayor rendimiento y mejor calidad, (PIONEER, 1995).

Señala que al llevar a cabo una evaluación de variedades de maíz, esta se debe a enfocar hacia el incremento en la producción de materia seca y considerar características importantes como resistencia al acame, estabilidad en la producción a través de diferentes ambientes, niveles mínimos de pérdida de materia seca durante el ensilaje, vigor inicial, densidad de siembra, así como la facilidad de recolección, (Jugenheimer, 1985).

El contenido de grano en el maíz forrajero es de gran importancia, siendo este una de las alternativas con que se cuenta para solucionar la escasez de forraje; entre las ventajas que presenta el maíz se pueden mencionar las siguientes: un alto potencial respecto a la posibilidad de aumentar su rendimiento de forraje, el cultivo

establecido ocupa el terreno durante temporadas cortas dando oportunidad a la rotación de cultivos, además de que el forraje obtenido puede ser ensilado para utilizarse en épocas de sequía o cuando escasea el forraje. Por lo general se considera que los híbridos altamente productores de grano son también los mejores en calidad de forraje, (Geiger,*et al.*, 1992 y Peña,*et al.*, 2003).

Comenta que debido a la alta disponibilidad de radiación solar en la Región Lagunera durante el periodo libre de heladas, la productividad del maíz es alta y resultados de su investigación indican que es posible obtener un potencial de hasta 80 ton/ha de forraje fresco y 24 ton/ha de forraje seco (30% de materia seca), con un contenido de grano de 45 a 50%, (Reta,*et al.*, 2002).

La altura de la planta de maíz influye en la producción de materia seca, pero debe tener el tamaño adecuado a fin de contribuir con aproximadamente el 50% del peso total para no incrementar el contenido de fibras, (Rodríguez,*et al.*, 2000).

2.3. Híbridos

Dice que el objetivo inmediato de la hibridación es la producción de ejemplares que presenten nuevas combinaciones o agrupaciones de caracteres y generalmente mayor vigor, por ambas causas constituye un método de gran interés cuya aplicación se ha extendido de modo notable, (De la Loma, 1954).

Define a un híbrido como el aumento de tamaño o en vigor de este con respecto a sus progenitores. También propuso el término heterosis para denotar el incremento en tamaño y vigor después de los cruzamiento, (Allard, 1980).

Chávez y López, (1995),mencionan que el maíz híbrido es la primera generación de líneas autofecundadas. La obtención de líneas autofecundadas es por autopolinización controlada, la utilización de estas líneas autofecundadas puede ser en cruza positivas y para la producción de semilla híbrida. Estos mismos autores, presentan la siguiente clasificación de híbridos:

Híbrido Simple. Es un híbrido creado mediante el cruzamiento de dos líneas endogámicas, la semilla de híbridos F_1 es la que se vende a los agricultores para la siembra, por lo común los híbridos simples son más uniformes y tienden a presentar un mayor potencial de rendimiento en condiciones ambientales favorables.

Híbrido Doble. El híbrido doble se forma a partir de cuatro líneas autofecundadas, es decir es la progenie híbrida obtenida de una cruce entre dos cruza simples, los híbridos dobles no son tan uniformes como las cruza simples, por lo que presentan mayor variabilidad; es importante señalar que una cruce produce mayor rendimiento que una triple y esta a su vez mas que una doble.

Híbrido Triple: Se forman con tres líneas autofecundadas, es decir son el resultado de un cruzamiento entre una cruce simple y una línea autofecundada. La cruce simple como hembra y la línea como macho. Con frecuencia se puede obtener

mayores rendimientos con una craza triple que con una doble, aunque las plantas de una craza triple no son tan uniformes como las de la craza simple.

Define como un híbrido animal o vegetal aquel que es procreado por dos individuos distintos y que debe de entenderse como el cruzamiento o apareamiento entre individuos de distinta variedad o raza, pero de la misma especie. El método consiste en el apareamiento controlado de individuos genéticamente diferentes, y el estudio de la progenie, asociado a la endogamia o consanguinidad durante el proceso, (Reyes, 1985).

Define a la hibridación como un método genotécnico en las plantas, que es el aprovechamiento de la generación F1 proveniente del cruzamiento entre dos poblaciones P1 y P2 (poblaciones paternas). Las poblaciones P1 y P2 son dos poblaciones de la misma especie y por lo tanto, pueden tener la estructura genotípica a los objetivos que se persigan en la utilización comercial de la generación F1, o bien para su aprovechamiento como paso inicial o intermedio en la relación de algún otro método genotécnico, (Márquez, 1988).

2.4. Importancia del cultivo de maíz

El maíz es por mucho el cultivo agrícola más importante de México, tanto desde el punto de vista alimentario, industrial, político y social. Analizando al maíz en relación con los demás cereales que se produce en México (trigo, sorgo, cebada, arroz y avena, principalmente), en cuanto a la evolución del volumen de la

producción de maíz, la tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 1996 a 2006 fue de 2.0%, no obstante los decrementos registrados en 2002 y 2005 en la producción obtenida de -4.1 y -10.8% respectivamente. El cultivo de maíz en México se caracteriza por la producción de una amplia gama de variedades, por lo que es posible generar una gran cantidad de productos finales: tortillas, forraje para animales, almidones, glucosa, fructosa, dextrosa, aceites, botanas, etanol para bebidas o como insumo en la producción de biocombustible, (Infoagro, 2007).

La Comarca Lagunera es una de las cuencas lecheras más importantes en el ámbito nacional, con aproximadamente 234,258 mil cabezas de ganado bovino lechero en producción, que produce 2, 210, 589 millones de litros de leche diario. La magnitud de este sistema de producción plantea la necesidad de estrategia para la producción de forraje para su manutención, (SAGARPA, 2008).

Estudios en la Comarca Lagunera, indican que el maíz es viable cuando en promedio produce 6.0 ton/ha⁻¹ de grano y superen las 45.0 ton/ha⁻¹ de forraje verde con manejo óptimo, (Espinoza, *et al.*, 2003).

2.5 Clasificación taxonómica

El maíz (*Zea mays L.*), es una planta de múltiples clasificaciones; taxonómicamente se clasifica vegetal angiosperma, monocotiledónea y se ubica dentro de la familia de las gramíneas como se describe en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1 Clasificación taxonómica del maíz, (Reyes, 1990).

Categoría	Ejemplo	Características distintivas
Reino	Vegetal	Planta anual
Phylum	Tracheophyta	Sistema vascular
Subdivisión	Pterapsidae	Producción de flores
Clase	Angiosperma	Semillas cubiertas
Subclase	Monocotiledónea	Cotiledón único
Orden	Graminales	Tallos con nudos prominentes
Familia	Gramineae	Grano – cereal
Tribu	Maydeae	Flores unisexuales
Genero	Zea	Único
Especie	Mays	Maíz común
	Mexicana	Teocintle anual
	Perennis	Teocintle perenne
Raza	Más de 300 razas adaptadas clasificadas; 30 en México.	

2.6 Descripción botánica y morfológica

2.6.1 Descripción morfológica

Zea mays L., es una especie monocotiledónea anual, perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas). A diferencia de los demás cereales, es una especie monoica, lo que significa que sus inflorescencias, masculina y femenina, se ubican separadas dentro de una misma planta; esto determina además que su polinización sea fundamentalmente cruzada, su ciclo de vida varia de 80 a 200 días, desde siembra hasta la cosecha, (INIFAP, 2007).

2.6.2 Sistema radical

La raíz principal está representada por una o cuatro raíces seminales, estas raíces se forman a partir de una corona ubicada en el segundo subnudo, el cual, de acuerdo a la profundidad de siembra, puede encontrarse a una distancia de 1.0 a 2.5 cm bajo el nivel del suelo que al dejar de funcionar como tales, empieza a desarrollar gran cantidad de raíces fibrosas, las cuales se localizan en la corona, ramificándose en raíces secundarias y es donde se presenta la mayor absorción de agua, (Robles, 1983).

2.6.3 Tallo

La planta de maíz presenta un tallo principal, el cual alcanza la superficie del suelo al estado de quinta hoja; a partir de la sexta hoja, se inicia un rápido crecimiento del tallo en altura, el que se manifiesta especialmente a través de la elongación de los internudos inferiores.

Al estado de ocho hojas es posible apreciar a simple vista, en el extremo apical del tallo, los primeros indicios de la panoja. Los tallos son muy robustos, y dependiendo de la precocidad del cultivar pueden alcanzar entre 12 y 24 nudos aéreos. Las plantas pueden lograr un gran crecimiento, alcanzando hasta más de 4 m de altura.

En los cultivares híbridos más utilizados en nuestro país (intermedios y semi-tardíos), la altura promedio de las plantas alcanza aproximadamente a 2.0 m, la altura definitiva de una planta de maíz se alcanza cuando se produce la completa elongación de la panoja, (Usach, *et al.*, 2003).

2.6.4 Hojas

El número de las hojas, dependiendo del cultivar, puede variar entre 12 y 24, siendo lo común que oscile entre 15 y 22. Las hojas son alternas, alargadas, de borde áspero, finalmente ciliado y algo ondulado. Las hojas están compuestas por las siguientes estructuras:

a) Vaina: se origina a partir de un nudo del tallo, envolviendo prácticamente al entrenudo superior.

b) Lámina: se origina a partir de la vaina, comprendiendo la vena central, un conjunto de venas paralelas a ésta y el tejido intracelular.

c) Lígula: corresponde a una lengüeta membranosa y transparente; se sitúa en la parte terminal de la vaina, justamente en el punto en que comienza a desarrollarse la lámina.

2.6.5 Flores

La inflorescencia masculina o panoja, normalmente se hace visible entre las últimas hojas de la planta, 7 a 10 días antes de que aparezcan los estilos de la inflorescencia femenina, rodeando las dos flores contenidas en cada espiguilla se

presenta dos glumas; al interior de ellas, cada flor se presenta encerrada entre dos estructuras: la lemma o glumela inferior, ubicada en forma adyacente a una de las glumas y la palea o glumela superior, que se sitúa entre las dos flores. La estructura que comprende la lemma, la pálea y la flor se denominan antecio, existiendo dos antecios en cada espiguilla.

La inflorescencia femenina está conformada por espiguillas, las cuales se ubican en forma individual en cada una de las cavidades de la coronta; cada espiguilla, a su vez, contiene dos flores, de las cuales sólo una logra emitir su estilo; la otra flor aborta, originándose por lo tanto sólo un grano por cavidad.

Entre los veinticinco y treinta días de efectuada la siembra se inicia la panoja en el interior del tallo y en la base de este. Transcurridos de cuatro a seis semanas desde este momento se inicia la liberación del polen y el alargamiento de los estilos. Se considera como floración al momento en el que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos. La emisión de polen dura de cinco a ocho días, pudiendo surgir problemas si las temperaturas son altas o se provoca en la planta una sequía por falta de riego o lluvias.

El periodo más crítico de la planta de maíz es el que transcurre desde semanas previas a la floración, acusando más adelante cualquier deficiencia producida en este momento de manera irreparable, (Guerrero, 1992).

2.6.6 Fruto

Botánicamente es un fruto en cariósipide conocido comúnmente como semilla o grano. La semilla del maíz, está constituida por las siguientes estructuras. a) Pericarpio, es la pared del ovario desarrollado y maduro, siendo un conjunto de capas que forman la cubierta del fruto envolviendo la semilla, b) Capa de células de aleurona sustancia proteica en forma de pequeños granos, que se encuentran en la capa externa del endospermo, c) Endospermo tejido nutritivo que se produce en el saco embrionario, d) Capa de células epiteliales tejido que cubre la superficie externa del embrión formando una delgada membrana protectora, e) Escutelo, f) Coleóptilo, g) Plúmula, h) Nudo cotiledonar, i) Radícula y j) coleorriza, (Robles, 1983).

Cuadro 2.2 Composición promedio de un cariósipide de maíz perteneciente a la especie *Zea mays*L.

componentes	Porcentajes (%)
Humedad	12,0 – 13,0
Almidón	65,0 – 70,0
Azúcares	1,0 – 2,0
Proteína	10,0 – 11,0
Grasa	4,0 – 5,0
Fibra	2,0 – 2,5
Ceniza	1,0 – 2,0

(Usach, *et al.*, 2003)

2.6.7 Fisiología del maíz

El maíz es el cereal más eficiente como productor de grano, contribuyen a ello varios factores, tales como el tamaño de la planta, área foliar muy considerable, tallo fuerte y alto, siembra radical abundante y tejido vascular conductor amplio y eficiente, (Acevedo, 2005).

La planta de maíz es uno de los mecanismos más maravillosos que posee la naturaleza para almacenar energía. De una semilla que pesa un poco más de 0.3 gramos, en un periodo de unas nueve semanas nace una planta que alcanza entre 2 y 3 metros de altura. En los dos siguientes meses esta planta produce entre 600 y 1000 semillas similares a la original, (Aldrich, *et al.*, 1974).

La madurez fisiológica del maíz se alcanza cuando el grano termina su completo desarrollo; es decir, el grano pierde humedad y ya no crece e incluso puede caerse o desgranarse; al cosecharlo, el grano germina, ya que tiene completamente formada todas las estructuras de la semilla, (Reyes, 1990).

2.6.8 Características de una planta forrajera ideal

El híbrido ideal para ensilaje debería contemplar la alta producción de forraje de calidad, al menos 40 – 50% de grano a la cosecha, que la planta se conserve verde en el momento del corte, que la fricción tallo sea muy digestible y que la planta

sea resistente a algunas enfermedades, principalmente fungosas, (Daña,*et al.*, 2005).

En general se puede afirmar que un maíz apto para ensilaje debe mostrar un rendimiento óptimo de materia seca digestible, ser de fácil cosecha y preservación, permitir una elevada ingesta y ser eficientemente utilizado por los rumiantes. Un ideotipo de maíz forrajero puede interpretarse como aquella planta capaz de generar altos rendimientos de materia seca y ésta de excelente calidad. Debe poseer un periodo de crecimiento prolongado para la zona considerada, alta inserción de la espiga, tallos y raíces fuertes, hojas todavía verdes al momento de la madurez fisiológica del grano, alto rendimiento de grano y elevado valor nutritivo por unidad de peso del forraje, (Beriola, 2002).

2.7. Calidad nutricional del maíz

El valor alimenticio de un forraje depende de su naturaleza y calidad de constituyentes utilizados por el animal por unidad de tiempo, (Marten, 1985).

Un maíz de alta calidad forrajera es considerado aquel que presenta valores de FAD de 25 a 32%, FND de 40 a 52%, total de nutrientes digeribles (TND) superiores a 65% y energía neta de lactancia (ENL) de 1.45 Mcal/kg⁻¹ o más, (Olague,*et al.*, 2006).

La calidad nutricional de un forraje se define como el producto del valor nutritivo (composición química y digestibilidad) por su consumo y esta calidad nutricional puede ser modificada por factores ambientales, así también se indica que el valor nutritivo de los forrajes es una expresión del potencial del animal para producir, así la calidad nutricional se integra por tres componentes; consumo de alimento, eficiencia energética y digestibilidad, donde la digestibilidad se considera la medida más cercana a la determinación del valor nutritivo, (Van soest, 1994).

2.7.1 Materia seca

El valor nutritivo de la materia seca del maíz se explica considerando el follaje (hojas y tallos) y granos; la digestibilidad de estos componentes varía de 53 a 65.1% para follaje y de 88.7 a 93.9% para grano, (Johnson, *et al.*, 1997).

La altura de la planta de maíz influye en la producción de materia seca, pero debe tener el tamaño adecuado a fin de contribuir con aproximadamente el 50% del peso total para no incrementar el contenido de fibras, (Rodríguez, *et al.*, 2000).

Vela y Frasnay, (1985), señalaron que al llevar a cabo una evaluación de variedades de maíz, esta se debe enfocar hacia el incremento en la producción de materia seca y considerar características importantes como resistencia al acame, estabilidad en la producción en diferentes ambientes, niveles mínimos de pérdida de materia seca durante el ensilaje, vigor inicial, densidad de siembra, así como la facilidad de recolección y cosecha.

2.7.2 Energía neta de lactancia

La energía neta de lactancia es el término usado por NRC (National Research Council), para estimar los requerimientos energéticos y los valores energéticos de los alimentos para vacas lecheras. Por lo general se expresa como mega-calorías por libra (Mcal/lb) o mega-calorías por kilogramo (Mcal/kg). La NE₁ del ensilaje de maíz es calculada a partir del FDA con la siguiente ecuación.

$$\text{NE}_1 = 1.044 - (0.0124 * \text{FDA})$$

Donde NE₁ = Energía Neta de Lactancia; y FDA = Fibra Detergente Acida, (Tjardes, 2005).

2.7.3 Fibra detergente acida

La fibra detergente acida consiste principalmente celulosa, lignina y proteína cruda. Está estrechamente relacionado con la fracción no digestible del forraje y es un factor muy importante en el cálculo del contenido energético del alimento. Cuanto mayor sea el contenido en FDA menor es la digestibilidad del alimento y la energía que contendrá, (García, *et al.*, 2005).

2.7.4 Fibra detergente neutra

El total de la fibra de un forraje está contenido en el FDN o “paredes celulares”. Esta fracción contiene celulosa, hemicelulosa, y lignina. La FDN suministra la mejor estimación del contenido total en fibra del alimento y está estrechamente relacionado con el consumo del alimento. Al aumentar los valores del FND, el consumo total de alimento disminuye.

Por lo general se asume que los rumiantes van a consumir un máximo de FND cercano al 1.2% de su peso corporal. Las gramíneas contienen más FDN que las leguminosas comparadas a un estado similar de madurez, (García, *et al.*,2005).

2.7.5 Digestibilidad

La digestibilidad de la caña más hojas se correlaciona con la digestibilidad de la planta completa, pero no tiene una relación estrecha con el por ciento de espiga o el rendimiento de grano. Por lo tanto digestibilidad de la planta completa está influenciada por dos factores no relacionados; contenido de grano de la planta completa y digestibilidad de la caña más hojas. La digestibilidad de la planta completa varía entre híbridos. La relación entre la digestibilidad con FDA, FDN y LDA es negativa y levemente significativa para forraje de maíz. La lignina, debido a su baja concentración, es probablemente menos importante que sus complejos con celulosa, los cuales afectan negativamente la digestibilidad, (Galvete, 2004).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3. Localización del módulo demostrativo

El trabajo se realizó en la Comarca Lagunera en la P.P. Dulce María en el km 7 Gómez Palacio-Esmeralda.

3.1 Localización geográfica

La Comarca Lagunera se encuentra ubicada geográficamente entre los paralelos 24° 30' de latitud Norte y los 102°40' longitud Oeste, a una altura de 1200 metros sobre el nivel del mar. Con una temperatura media y precipitación anual de 21°C y con 200 milímetros respectivamente. Cuenta con un clima clasificado de muy seco con deficiencia de precipitación durante todas las estaciones del año y con temperaturas semicálidas. Datos de registro de temperatura indican una temperatura promedio de 27°C para el mes más caluroso y una precipitación promedio anual de 190 milímetros.

3.2 Material Genético

El material genético consistió de 10 híbridos comerciales de maíz de ciclo precoz.

Cuadro 3.1. Híbridos de maíz forrajero de ciclo precoz establecidos en el módulo demostrativo en la P.P. Granja Dulce María. 2010.

No.	Híbridos	Empresa	Ciclo Biológico
1	GENEX774	Genex	Precoz
2	GENEX745	Genex	Precoz
3	G8285 (t)	Syngenta	Precoz
4	1863W	Syngenta	Precoz
5	N83N5	Syngenta	Precoz
6	ADVANCE2203	Syngenta	Precoz
7	HT9119	Agribiotech	Precoz
8	HT9150W	Agribiotech	Precoz
9	DAS5358	Dow	Precoz
10	DAS2A120	Dow	Precoz

3.3. Siembra

La siembra de estos cultivos se realizó dentro del periodo recomendado en la Región Lagunera, de tal manera que la siembra de los híbridos de maíz se realizó del 22 de abril. Cabe mencionar que cada híbrido ocupó una melga de 0.76 m de ancho, donde se sembraron 24 surcos de 100 m de longitud.

3.4. Fertilización

Se fertilizó con la fórmula 200-100-00 al momento de la siembra.

3.5. Riegos

Se dieron tres riegos de auxilio, además del de pre-siembra.

Cuadro 3.2. Riegos, fechas de aplicación e intervalo.

Riegos	Fecha de aplicación	DDS
Pre-siembra	29 y 30 de Marzo	0
Primer Auxilio	27 y 30 de Mayo	40
Segundo Auxilio	22 y 23 de Junio	26 y 27
Tercer Auxilio	12 y 13 de Julio	20 y 21

3.6. Control de plagas y enfermedades

El control de plagas realizado en la parcela demostrativa se presenta en el Cuadro 3.3.

Cuadro 3.3. Control de plagas en maíz, P.P. Dulce María. 2010.

Fecha	Insecto	Producto	Dosis/ha	Agua/(L/ha)
Abril 14	Trozador	FORCE	10 Kg/ha	
Mayo 24	G. Cogollero	DENIM	200 ml	200
Junio	Araña Roja	AGRIMEC	300 ml	300
Mayo 28	Pulgón (sorgo)	PIRIMOR	200 g	300

3.7 Control de maleza

Posterior a la siembra se aplicó de forma pre emergente PRIMAGRAM GOLD a razón de 5 L/ha previo y posterior al primer riego de auxilio se le dio un paso de cultivo.

3.8 Variables evaluadas

Las variables cuantificadas fueron: Floración, femenina (FF), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), peso verde de la planta (PVP), rendimiento de forraje verde (RFV), materia seca (MS).

3.8.1. Floración femenina (FF)

La floración se expresó en días transcurridos después de la siembra hasta que el 50% de las plantas mostraron los estigmas. Este dato no entró en el análisis de varianza porque solo se tomó un valor de muestreo.

3.8.2. Altura de planta (AP)

Es la altura en metros desde la base del tallo hasta la parte superior de la planta, para esto se miden 3 plantas al azar dentro de la parcela útil.

3.8.3 Altura de mazorca (AM)

Altura comprendida en metros desde la base del tallo al nudo de inserción de la mazorca superior de la planta de las cuales se tomaron las mismas 3 plantas al azar de las cuales se tomó la altura de planta.

3.8.4. Peso verde de la planta (PVP)

Se cuantificó como el peso en kg/parcela en una muestra de tres surcos de tres metros.

3.8.5. Rendimiento de forraje verde (RFV)

Se cuantificó a los 100 días después de la siembra. Se cosecharon tres muestras de tres metros lineales de cada melga, se registró el peso en verde y se transformó a kg/ha.

3.8.6. Materia seca (MS)

Se cuantificó de una muestra de tres plantas, las cuales se trituraron, homogenizaron y, se extrajo una muestra de 500 g, la cual se deshidrató en una estufa de aire forzado a 70°C hasta peso constante. La muestra se pesó y se extrajo el porcentaje de materia seca (%MS) la cual se utilizó para calcular la materia seca (MS) del RFV.

3.9 Cosecha

La cosecha se realizó en Julio 30, cuando estaba a un tercio de leche, estado madurez ideal en maíz. Al momento de la cosecha se tomaron tres muestras al azar de cada híbrido para obtener el rendimiento de forraje fresco. Cada muestra constó de un surco de 5m de largo.

3.10 Análisis bromatológico

Método importante para determinar la calidad nutricional del forraje, antes de realizar el análisis, tuvo que ponerse a secar las muestras durante un aproximado de 48 a 72 horas, dependiendo de la humedad del material, después se molieron las muestras hasta obtener muestras pequeñas para la realización del análisis, dicho análisis se realizaron en el laboratorio de bromatología del departamento de Fitomejoramiento de la UAAAN – UL.

El análisis bromatológico se determinó bajo el principio Van Soest (1967) utilizando un analizador de fibras ANKOM 220. El método consistió en tomar 0.500 g (± 0.01 g) de la muestra de materia seca de las plantas que se cosecharon y se colocó en una bolsa de papel filtro (ANKOM # F57). Se colocaron las muestras en el analizador de fibras y se añadió 2 litros de solución en el vaso de digestión para el análisis de FAD (Cuadro 3.4) y para el ensayo de FND (cuadro 3.5) a la solución se le agregó 20 g de sulfato de sodio (Na_2SO_4) y 4 ml de alfa amilasa. Posteriormente,

las muestras para FAD y FND fueron digeridas en el analizador de fibras por un tiempo de 60 min. a una temperatura de 100 °C (± 1 °C).

Cuando el tiempo de digestión fue alcanzado, las muestras se lavaron con agua destilada caliente, realizando 3 veces el proceso. Para el análisis de FND se agregaron 4 ml de alfa milasa a cada uno de los dos primeros enjuagues. En seguida se retiraron las bolsas de papel filtro con las muestras y se colocaron en un vaso de precipitado de 500 ml, se agregaron 200 ml de acetona y se dejaron por un espacio de 3 minutos con la finalidad de eliminar probables residuos de las soluciones utilizadas.

A continuación se dejaron las muestras expuestas al medio ambiente por un lapso de 45 minutos para evaporar el acetona pasado este espacio de tiempo, las muestras se colocaron en una estufa a una temperatura de 105 °C (± 1 °C) por 24 horas; transcurridas las 24 horas, se procedió a pesar las muestras y una vez con el dato obtenido se determinó el porcentaje de FAD y FND con la fórmula.

$$\text{Por ciento de FDA y FDN} = (w_3 - (w_1 * c_1)) / w_2$$

Dónde:

FDA = Fibra Detergente Acida

FDN = Fibra Detergente Neutra

w1 = peso de bolsa

w2 = peso de muestra

w3 = peso de bolsa con muestra después del proceso

c1 = peso de bolsa en blanco después de proceso / peso de bolsa en blanco antes del proceso.

Cuadro 3.4. Solución para la determinación de fibra ácido detergente.

Reactivo	Cantidad
Bromuro de cetyl	
Trimetil amonio (CH ₃ (CH ₂) ₁₅ N(CH ₃) ₃ Br	20 g
Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	1 L

Cuadro 3.5. Solución para el análisis de fibra neutro detergente.

Reactivo	Cantidad
Lauril sulfato de sodio (C ₁₂ H ₂₅ O ₄ SNa)	150 g
Sal disódica (EDTA)	93.05 g
Tetraborato de sodio decahidrato	34.05 g
Fosfato ácido disódico (Na ₂ HPO ₄)	22.80 g
Agua destilada	5 L
Etilenglicol	50 ml

Se determinó por ciento de FDA y FDN = $(w3 - (w1 * c1)) / w2$, donde: FDA = Fibra Detergente Acida; FDN = Fibra Detergente Neutra; w1 = peso de bolsa; w2 = peso de muestra; w3 = peso de bolsa con muestra después del proceso; c1 = peso de bolsa en blanco después de proceso / peso de bolsa en blanco antes del proceso.

Se determinó Energía Neta de Lactancia por medio de la fórmula: $NE_1 = 1.044(0.0124 * FDA)$, donde: NE_1 = Energía Neta de Lactancia; FDA = Fibra Detergente Ácida.

Se determinó digestibilidad en base a la siguiente ecuación: $DDM = 88.9 - (0.779 * \%FDA)$, donde: DDM = Digestibilidad; FDA = Fibra Detergente Ácida.

3.11 Análisis estadístico

Las variables se analizaron en un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones y 10 tratamientos. Para la separación de los valores medios de cada tratamiento se utilizó la diferencia mínima significativa (DMS).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características agronómicas y de producción de forraje se presentan en el cuadro 4.1.

Los resultados de este grupo de materiales se observan en el Cuadro 4.1. Este grupo fue relativamente precoz con un promedio de 69 días a floración femenina (FF) y un intervalo de 07 días del grupo, donde los híbridos ADVANCE2203 y HT9119 fueron los más precoces. El porte promedio de la planta y de la mazorca de este grupo fue de 253 cm y 108 cm. La altura de planta osciló de 237 a 280 cm, donde el testigo G8285 fue el más bajo y GENEX774 el de mayor altura. La posición de la mazorca fue superior en GENEX774 con 146 cm, en tanto que en 1863W la posición de la mazorca fue de 86 cm.

En cuanto a producción, este grupo en promedio produjo $53,032 \pm 1205$ kg/ha de rendimiento de forraje verde (RFV) y $15,910 \pm 362$ kg/ha de materia seca. Este grupo osciló de 47,893 a 58,743 kg/ha de forraje verde, donde 1863W produjo el mayor rendimiento.

Respecto al análisis de calidad de la materia seca, la FDN registró un valor promedio de 56%, solo un punto por debajo del 55% sugerido por (Núñez, *et al.*, 1999), para híbridos de calidad. Los híbridos oscilan de 49.5 a 62.2%. Un grupo conformado por siete híbridos están en el rango de 49.5 y 54.9%. El testigo G8285 con 56.2 rebaza el 55% y el resto también. Estos valores se reflejaron en la magnitud

de la energía neta de lactancia (ENL). Cuatro de los 10 híbridos de este grupo, presentaron valores más altos de FDN y por consecuencia valores por abajo de lo teóricamente esperado.

Para FDA, se observa que en promedio los híbridos mostraron 33%, con un rango que oscila de 29.6 a 37.9%. De estos, seis híbridos está en el rango de maíces de calidad sugerido por Herrera, (1999) de 25 a 32%. La digestibilidad de la materia seca (DMS) en promedio fue de 63%, con un rango de 59.4 a 65.8%. Estadísticamente todos los híbridos fueron iguales ($P < 0.05$) excepto el GENEX774 el cual fue diferente.

Cuadro 4.1. Promedio de características agronómicas en 10 híbridos de maíz forrajero de ciclo precoz evaluados en la Región Lagunera. Granja Dulce María, UAAAN – UL, 2010.

Hibrido	FF días	AP m	AM m	FDN %	ENL Mcal	FDA %	DMS %	MS Kg/ha	RFV† Kg/ha
GENEX774	70	280	146	61.6	1.23	37.9	59.4	16,123	53,743
GENEX745	70	257	118	62.2	1.22	35.7	61.1	14,368	47,893
G8285T	69	242	99	56.2	1.36	34.8	61.8	16,347	54,490
1863W	69	237	86	49.5	1.52	29.6	65.8	17,623	58,743
N83N5	70	251	99	53.8	1.42	30.3	65.3	14,471	48,238
ADVANCE2203	67	251	102	53.9	1.41	32.7	63.4	16,367	54,557
HT9119	67	252	96	54.3	1.4	30.8	64.9	16,248	54,160
HT9150W	68	252	114	54.5	1.4	30.7	65	16,234	54,113
DAS5358	68	260	119	54.9	1.39	31.1	64.7	15,666	52,220
DAS2A120	68	253	92	51.4	1.47	30.5	65.2	16,734	55,781
Media	69	253	108	56	1	33	63	15,910	53,032
Min	68	237	86	49.5	1.22	29.6	59.4	14,368	47,893
Max	70	280	146	62.2	1.52	37.9	65.8	17,623	58,743
DMS (5%)		23	17	6.4	0.2	5.3	4.1	8,885	2,284

†RFV=Rendimiento de forraje verde ajustado; MS= Materia seca, FF=Floración femenina, AP= Altura de planta, AM=Altura de mazorca; FDN= Fibra detergente neutra, ENL=Energía neta de lactancia, FDA= Fibra detergente ácida, DMS= Digestibilidad de la materia seca.

V. CONCLUSIONES

En floración los híbridos con mayor precocidad fueron ADVANCE2203 Y HT9119, con 68 días, quedando así como los híbridos más precoces de los materiales evaluados.

El híbrido 1863W fue superior en rendimiento de forraje fresco, con 58,743 kg/ha⁻¹ y con una producción de 17,623 kg/ha de materia seca.

Los híbridos con mayor altura de planta fueron GENEX774 y DAS5358 con 280 y 260 cm, pero con rendimientos en forraje fresco y materia seca bajos.

Los híbridos con mejor respuesta en ENL, fueron 1863W y DAS2A120 con 1.52 y 1.47 Mcal.

El híbrido GENEX774 fue el que tuvo mayor porcentaje en FDA y FDN con 37.9 y 61.6%, pero mostraron menor porcentaje de Energía Neta Lactancia y Digestibilidad con un valor de 1.23 Mcal y 59.4%.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo H. E., 2005. Fisiología del Rendimiento de Maíz. Universidad de Chile.

Aldrich R. S., Leng R Earl., 1974. Producción Moderna de Maíz, Buenos Aires, Argentina.

Allard R.W. 1980. Principios de la Mejora Genética de las Plantas. Editorial EOSA. España. 498 p.

Amador R.A.L., F.C. Boschini 2000. Fenología productiva y nutricional del maíz para la producción de forraje. Agronomía mesoamericana. 170-175.

Beriola M. L. 2002. El cultivo de Maíz para ensilaje, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Lomas de Zamora 1^{ra} parte.

Cantú B. J. E. 1989. Apuntes de cultivos forrajeros. Departamento de Fitomejoramiento UAAAN- UL Torreón, Coahuila.

Chávez A. J.L. y López E. 1995. Mejoramiento de plantas I. Editorial Trillas. México.P.167.

Coors J. G., P. R. Crater and R. B. Hunter. 1994. Silage corn P. 305-304. In A.R. Hallauer (ed) specialty corn. CRC press, Boca Raton FL.

Daña V. D. J. F. 2005. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Centro, El Maíz como Cultivo Forrajero.

De la Loma J. L. 1954. Genética General Aplicada. Segunda Edición, Editorial UTEHA. México. 427 p.

Espinoza B. A., Gutiérrez del R. E., Palomo G. A., Lozano G. J. J. y González C. M. E. 2003. Estimación de los efectos genéticos en híbridos varietales de maíz forrajero. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

Geiger H. H. G. Seitz A. E. Melchinger, G.A. Schmidt. 1992. Genotypic correlations in forage maize. Relationships among yield and quality traits in hybrids. *Maydica* 37: 95-99.

Guerrero A. 1992. Cultivos herbáceos extensivos, 5º edición, mundi – prensa, Madrid, España, pp. 185 – 186.

Greenpeace, 2000. El Maíz en América Latina, contaminación del centro de origen del maíz.

Infoagro, 2007. El Ensilaje. Una alternativa para la conservación de forrajes. Boletín técnico. Bucaramanga. Pág., 8-9.

INIFAP, 2007. Tecnología de Producción para el Cultivo de Maíz de Temporal en el Altiplano de San Luis Potosí.

INIFAP 2006. Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. Libro científico. 3.241.

Johnson J. C. R. N. Gates, G. L. Newton, J. P. Wilson, L: D. Chandler y P. R. Utley. 1997. Yield, composition and in vitro digestibility of temperate and tropical corn hybrids grow as silage crops planted in summer. J. Dairy Sci 80: 550-557.

Jugenheimer, R. W. 1985. Corn improvement, seed production and uses. Malabar, FL, USA. Robert E. Krieger Publishing.

Márquez S.F. 1988. Genotecnia vegetal. Tomo II. Primera edición. Editorial AGTESA. México. P.563.

Núñez H.G., Contreras G.F.E., Faz C., 2003. Características agronómicas y químicas importantes de híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. Tec. Pecu. México. 41: 37-48 p.

Olague R. J., Montemayor T. J. A., Sánchez B. R., Fortis H. R., 2006. Características Agronómicas y Calidad del Maíz Forrajero con Riego Sub-superficial, México.

Pinter L. Z. Adolphi, Z. Burucus, E. Paldi. 1994, Feed value of forage maize hybrids varying in tolerance to plant density. *Aron J.* 86: 799-804.

PIONNER 1995. Inoculantes para ensilaje. Boletín técnico.

Ramírez R. G., Quintanilla- González J. B. Arnda J. 1997 White tailed deer food habits in northeastern México. *Small Rumin. Res.*, 25: 142-148.

Reta S. D. G., J. S. Carrillo, A. Gaytán M., E. Castro M., J.A. Cueto W. 2002. Guía para cultivar maíz forrajero en surcos estrechos. INIFAP, CIRNOC. CEALALA. Matamoros, Coahuila, México.

Reyes C. P. 1985. Diseños de experimentos aplicados. Cuarta reimpresión. Editorial Trillas. México. pp.125.

Reyes C. P., 1990. El Maíz y su Cultivo. A. G. T. Editor, S.A. de C.V. México.

Robles S. Raúl, 1983. Producción de Granos y Forrajes, 5° edición, México, pp. 76 – 77.

Rodríguez H. S.A., R.J. Santana, H. Córdova, N. Vergara. A. J. Lozano, E. M. Mendoza y J. G. Bolaños. 2000. Caracteres de importancia para fitomejoramiento del maíz para ensilaje. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitomejoramiento, 148 p.

SAGARPA, 2008. Delegación en la región lagunera, subdelegación de ganadería. El siglo de torreón, suplemento especial Comarca Lagunera.

Usach L., Bencardini J., 2003. Cereales. Universidad de Moran. Facultad de Agronomía.

Vergara N. A., Ramírez M.S., Córdoba N., 2002. Comportamiento de cruzas simples y aptitud combinatoria de líneas tropicales de Maíz de grano blanco. Pág., 52.

Infoagro, 2007. El ensilaje. Una alternativa para la conservación de Forrajes. Boletín técnico. Bucaramanga, Pág. 8-9.

Robles S. Raúl, 1983. Producción de granos y forrajes 5ª edición, México, Pág. 76-77.

Reyes C.P., 1990. El maíz y su cultivo. A. G. T. Editor, S.A, de C.V. México.

Rodriguez H. S. A. Santana R. J. cordova N. Lozano E. M. Bolaños J. G. (2000). Caracteres de importancia para fitomejoramiento del maíz para ensilaje. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitomejoramiento, Pág. 148.

Garcia Á., Kalscheur K., 2005. Interpretación del análisis del ensilaje de Maíz, noviembre 18.

Galvete F. Gonzalo., 2004. Factores que Afectan a la Calidad de Ensilaje de Hierba y a la planta de Maíz Forrajero. Departamento de producción animal, Madrid, España.

Van Soest, P-J 1994. Nutritional Ecology of the Ruminants. Second Edition. Cornell University Press, Ithaca N.Y., P-476.

Marten, C.G. 1985. Proceedings of the XV International Grassland Congress. Kyoto, Japan. 89-97.

Usach L., Bencardini J., 2003. Cereales. Universidad de Morán. Facultad de Agronomía.

Núñez, H. G. Santamaría C. J. Faz C. R., Contreras G. F., Castro M. E. y Chew M. Y. 1999. Resultados de Investigación en Forrajes de Alta Calidad Nutritiva con Condiciones Limitadas de Riego en la Región Laguna. V Ciclo de Conferencias sobre Nutrición y Manejo. LALA. 99. México. Pág. 104-117.

Reta, S., David G. et al. Guía para Cultivar Maíz Forrajero en Surcos Estrechos. Junio 2002. CELALA-INIFAP, Matamoros, Coah. Pág. 24.

Peña R. A. G Núñez H y F González C. (2003). Importancia de la Planta y Elote en Poblaciones de Maíz para el Mejoramiento Genético para la Calidad Forrajera. Tec. Pec. México 41, Pág. 63-74.

Peña R A., G Núñez H., F González C. (2002). Potencial Forrajero de Poblaciones de Maíz y Relación entre Atributos Agronómicos con la Calidad. Tec. Méx. 40, Pág. 215-228.

FAO. 2001: Producción y Protección Vegetal N° 28. ISSN 1014-3041.

Pinter L., Afoldi Z., Burucs Z. y Paldi E. 1994. Feed value of forage maize hybrids varying in tolerance to plant density. Agron.J., 86: 799-804.