

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Evaluación de Híbridos Comerciales de Maíz (*Zea Maíz L.*) Para la Producción de Forraje en la Comarca Lagunera.

Por:

CANDELARIA CHICO CASTILLO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el
Titulo de:

INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCIÓN.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Abril del 2003

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

División de Agronomía

Departamento de Fitomejoramiento

Evaluación de Híbridos Comerciales de Maíz (*Zea Maiz L.*) Para la Producción de Forraje en la Comarca Lagunera.

Por:

CANDELARIA CHICO CASTILLO

TESIS

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador, como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Producción.

Aprobada por:

Dr. Sergio Alfredo Rodríguez Herrera.
Presidente del jurado

Mc. Arnoldo Oyervides García
Sinodal

Dr. Mario Ernesto Vásquez Badillo
Sinodal

Mc. Modesto Colin Rico
Suplente

Mc. Arnoldo Oyervides García
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Abril del 2003

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la vida e iluminarme en todo momento pero sobre todo por dame la fuerza y fortaleza necesaria para salir adelante y no desfallecer.

A MIS PADRES

Sr. Benito Chico Ibarra

Sra. . Maria Elena Castillo Ortiz

A quienes debo la vida , quienes son los seres humanos mas buenos y admirables que conozco ya que me formaron e inculcaron principios de superación sin importar condiciones limitantes. Quienes me enseñaron de alguna u otra manera que las restricciones materiales son sólo una ilusión cuando en verdad se desea alcanzar una meta, por despertar en mi la inquietud de buscar nuevos horizontes. Que Dios los guarde

A MIS HERMANOS (AS)

Sergio (+) Lorena

Jaime Ana Claudia

Pedro Benito Natividad

Estela

Por su apoyo incondicional y amistad que me confesan, pero sobre todo por comprenderme y brindarme la oportunidad de seguir estudiando

A mis abuelitos, tíos y sobrinos por motivarme a salir adelante, por ser una buenas personas y apoyarme moralmente cuando lo he necesitado.

A MI CUÑADO

Enrique Ríos Vásquez

Por ser una gran persona y apoyarme moralmente, sin importar el momento. Por ser alguien muy especial para mi .

A MIS PRIMOS

A todos y cada uno de ellos, pero especialmente a José Guadalupe, Jaime, Luis, José Gerardo, etc. por apoyarme y ayudarme incondicionalmente .

A MIS AMIGOS(AS)

A todas y cada una de las personas que contribuyeron directa e indirectamente durante mi formación profesional. pero especialmente a J. Guadalupe, Julio Alberto, Juan Felipe, Alejandro, Angel, Josefina, Rafael, Rodolfo, Silvia, Rosario, Luis Alberto, Mario, Héctor, Tony, pero especialmente a Juanis por apoyarme moralmente cuando lo necesite.

A todos mis compañeros de la Generación XCIV, y amigos en general por haberme brindado su amistad y confianza durante la carrera.

A la **AEEGUAAAN** Por su amistad desinteresada durante mi estancia dentro de la universidad.

AGRADECIMIENTOS

A MI ALMA MATER

Por brindarme la oportunidad de superarme y formarme profesionalmente.

Al Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera. Por su desinteresado apoyo durante la realización del presente trabajo de tesis.

Al Dr. Mario Ernesto Vásquez Badillo. Por su apoyo incondicional para la revisión de mi trabajo. Además de ser una gran persona y brindarme su amistad desinteresadamente.

Al M.C. Arnoldo Oyervides García por su disponibilidad y aportaciones al presente trabajo y su gran amistad.

Al M.C. Modesto Colin Rico Por su disponibilidad para ser parte del comité asesor y por su apoyo incondicional para la revisión del presente trabajo.

A la Lic. Sandra Roxana López Betancourt. Por su apoyo y asesoría brindada para la realización del presente trabajo y por su amistad incondicional.

INDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	i
Agradecimientos	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	3
Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
Concepto de forraje.....	4
Clasificación de forraje.....	5
Ventajas del maíz forrajero.....	7
Factores que determinan la calidad de un forraje.....	7
El maíz forrajero.....	8
Caracteres recomendados y calidad del maíz forrajero.....	10
Ensilado.....	11
Ventajas del ensilado.....	12
Calidad del ensilado.....	13
Punto optimo de cosecha en maíz /ensilaje.....	14
Consecuencias al cosechar en estado no recomendado.....	17
Mejoramiento genético.....	.17
III. MATERIALES Y METODOS	20
Area de estudio.....	20
Siembra.....	20

Material genético.....	21
Variables evaluadas en campo.....	22
Descripción de parcela útil.....	25
Procedimiento experimental.....	25
Modelo estadístico.....	25
Análisis estadístico.....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
CONCLUSIONES.....	35
RESUMEN.....	37
BIBLIOGRAFÍA.....	39
APÉNDICE.....	43

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pag.
2.1	Variación del contenido de humedad en función al estadio del grano	16
3.1	Ensayo de híbridos comerciales forrajeros de maíz.....	21
3.2	Diseño de un ANVA para su distribución en bloques al azar.....	26
4.1	Concentración de cuadrados medios de las variables evaluadas en la fase de campo.....	33
4.2	Concentración de medias de los mejores tratamientos de cada una de las variables.....	34
A.1	Análisis de varianza para el rendimiento de forraje verde de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.....	44
A.2	Análisis de varianza para el rendimiento de forraje seco de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.....	44
A.3	Análisis de varianza para el porcentaje de mazorca en el forraje de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.....	44
A.4	Análisis de varianza para materia seca total de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.....	45
A.5	Análisis de varianza para altura de planta de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.....	45
A.6	Análisis de varianza para altura de mazorca de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.....	45
A.7	Análisis de varianza para numero de mazorcas por planta de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.....	46
A.8	Comparación de medias para el rendimiento de forraje verde de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.....	47
A.9	Comparación de medias par el rendimiento de forraje seco de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.....	48
A.10	Comparación de medias para porcentaje de mazorca en el forraje de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.....	49

A.11	Comparación de medias para materia seca total de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.....	50
A.12	Comparación de medias para altura de planta de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.....	51
A.13	Comparación de medias para altura de mazorca de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.....	52
A.14	Comparación de medias para numero de mazorcas por planta de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.....	53

1. INTRODUCCIÓN

La Región Lagunera es una de las cuencas lecheras mas importantes del país, en la cual la demanda de forraje se ha incrementado día con día. El alto nivel de producción del ganado lechero en la región, ha originado un cambio en la producción de forrajes. Para obtener la mayor producción posible, con un alto valor nutritivo y utilizar eficientemente el agua de riego.

Cabe mencionar que la superficie de maíz para forraje que se siembra en la Comarca Lagunera va aumentando a expensas de la superficie dedicada a la producción de alfalfa, debido a la presencia de nuevos híbridos que se adaptan mejor con menor riego.

El maíz es por tradición un cultivo de suma importancia en nuestro país, tanto para la alimentación humana como animal, aunque en este caso se utiliza como forraje verde, ensilado o simplemente el rastrojo, el cual tiene un bajo valor alimenticio. La producción de forraje es una actividad agrícola esencial para el desarrollo de la ganadería, en particular el cultivo del maíz, ya que por su diversidad genética se adapta a diferentes regiones del país.

El maíz de alta productividad en materia seca y su eficiencia. El ensilado se caracteriza por tener contenidos bajos de proteína y minerales pero su valor energético es alto.

En México, los ensilados de maíz tienen un valor energético bajo debido principalmente a su pobre contenido de grano y altas concentraciones de fibra. Lo anterior se atribuye a que se ha dado énfasis solo al rendimiento o producción por hectárea, sin considerar el valor nutritivo.

La Comarca Lagunera junto con el Bajío Mexicano son las dos cuencas lecheras más importantes de nuestro país, en estas regiones la dieta de los animales la conforman la alfalfa como el cultivo forrajero por excelencia, por su valor nutritivo, además sus altos rendimientos y su facilidad de ensilaje. El maíz es un importante componente de la ración integral del ganado lechero, por lo que los productores están en constante búsqueda de mejores maíces que reúnan los caracteres agronómicos y nutritivos adecuados, para un mejor aprovechamiento de su silo de algunos concentrados y ensilados, en donde el maíz es el más utilizado. Generalmente los híbridos liberados para grano reúnen los caracteres nutricionales adecuados, como bajo contenidos de fibras, alta digestibilidad y un valor energético alto, algunos se utilizan con buena producción de forraje y valor nutritivo medio (Rodríguez, 2000).

Por lo anterior el Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", desde 1977 mantiene un programa de mejoramiento genético de maíz con propósitos forrajeros, generando híbridos comerciales. Por lo tanto, el presente estudio tiene como propósito los siguientes objetivos.

Objetivos:

- Comparar el comportamiento de 23 híbridos comerciales de maíz utilizados para la producción de forraje.
- Identificar los mejores híbridos comerciales de maíz para la explotación ganadera.

Hipótesis:

- Al menos uno de los híbridos es diferente en su comportamiento.
- De los híbridos evaluados al menos uno presentará mejor potencial de rendimiento y calidad forrajera.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La Laguna es una de las cuencas lecheras más importante del país, la cual aporta casi el 30% de la producción nacional.(2,500,000 lts al día.). Tiene su historia desde 1946, debido a que presenta un clima adecuado para la producción de buenos forrajes, que han logrado la estabilidad de esta cuenca.

Concepto de forraje

Flores (1980) menciona que la denominación de forraje se emplea para las plantas frescas o disecadas que se producen para obtener alimento para el ganado.

En general, los forrajes son las partes vegetativas de las plantas leguminosas y gramíneas que contienen una alta proporción de fibra (más del 30% de fibra neutro detergente). Son requeridos en la dieta de una forma física tosca, partículas de más de 1 ó 2 mm de longitud (Internet 1).

Hughes *et al.*,(1997) dicen que la calidad de un forraje depende de su composición química, estado de madurez, condiciones de desarrollo y cosecha, relación tallo-hoja y aceptación por los animales dependiendo del color, textura y olor que adquiera el forraje.

Juscafresca (1983) Reporta que el maíz es una planta de las más importantes para el ganadero, ya que su valor nutritivo se encuentra tanto en el tallo como en el grano, aumentando o disminuyendo su valor nutritivo de acuerdo a su estado de desarrollo al momento del corte.

Robles (1978) menciona que se ha demostrado que el forraje verde que se cosecha después de la época oportuna disminuye la proteína bruta y aumenta el contenido de celulosa, lo que determina una reducción gradual del valor nutritivo.

Williams (1976) define a los forrajes como aquellos alimentos voluminosos y a la inversa de los concentrados, los forrajes tienen calidad de fibra cruda y su valor nutritivo es muy bajo, como representantes de este grupo se pueden mencionar al ensilado y henificado de pastos rastrojos.

Es necesario hacer una clasificación entre vegetación y forraje. Se habla de distintos tipos de vegetación pero no todas las plantas son apetecibles por los animales, las que lo son entran en la categoría de los forrajes.

Clasificación de forraje

Borgiolo (1962) menciona que los forrajes se dividen en forrajes verdes, henos y forrajes de leguminosas y gramíneas. Tienen una gran cantidad de fibras y su valor nutritivo es muy bajo.

Delorit y Alghreen (1975) consideran que son muy numerosas las especies utilizadas para forraje, ya sea para consumir en verde o para producir alimentos deshidratados y se pueden clasificar de la manera siguiente:

- Forrajes anuales.
 - A) puros (maíz, girasol, cebada, sorgo).
 - B) Asociados (cebada – avena, veza – avena)
- Forrajes plurianuales o praderas.
 - A) Artificiales y temporales.
 - B) Praderas monófitas (alfalfa, esparceta)
 - C) Praderas polifíticas (gramíneas, leguminosas, gramíneas y leguminosas).

La Academia Nacional de las Ciencias 1974 (N.R.C)., describe la clasificación de los forrajes de la siguiente manera.

1. Forrajes toscos y alimentos groseros (heno, paja, forraje seco); se caracterizan por tener un bajo contenido de energía por unidad de peso y un alto contenido de fibra cruda.
2. Forrajes de pradera y forrajes suministrados en verde; como los pastizales o plantas de explotación intensiva cosechadas en verde.
3. Ensilados de cereales de maíz, de gramíneas y de sorgo, etc.

Ventajas del maíz forrajero

- No hay preocupación de la recolección ni del secado.
- Un alto contenido respecto a la posibilidad de aumentar su rendimiento de forraje
- El ciclo de cultivo es de 2 meses posterior de ciclo más largo, preparar mejor la siguiente siembra y permitir mayor tiempo de reposo al suelo.
- Ahorro de agua de riego y permite una buena rotación de cultivos.
- El forraje obtenido generalmente puede utilizarse en épocas de escasez forrajera.
- Mayor tiempo de dedicación a los animales, expuestos a inclemencias del mal tiempo.
- El costo de producción puede ser mayor que el de compra.

Factores que determinan la calidad de un forraje.

- Volumen: El volumen limita cuanto puede comer la vaca. La ingestión de energía y la producción de leche pueden ser limitadas si hay demasiado forraje en la ración, sin embargo, alimentos voluminosos son esenciales para estimular la rumiación y mantener la salud de la vaca.
- Alta Fibra y Baja Energía: Los forrajes pueden contener desde un 30 hasta un 80% de fibra (fibra neutro detergente). El contenido de esta es inversamente proporcional a la digestibilidad del forraje.

- Contenido de proteína: Es variable según la madurez, las gramíneas contienen de un 8 a un 18 % de proteína cruda (según sea el nivel de fertilización con nitrógeno).

Núñez (1993) menciona que el maíz tiene una alta capacidad de convertir el agua en materia seca, aproximadamente de 2.3 kilogramos de materia seca por metro cúbico de agua.

Amaya *et al.*, (2001) concluyen que en maíz, el rendimiento y la calidad nutritiva se ven afectados por varios factores, tales como el material genético, la densidad de plantas, la fertilidad del suelo, las condiciones ambientales, etc.

El maíz como forraje

Pinter (1985) define el maíz para ensilaje como aquel que puede producir gran cantidad de materia seca, con una concentración alta de energía que los rumiantes necesitan para consumir en gran medida.

Dhiman y Sather (1997) encontraron que la máxima producción de leche en un hato de vacas lecheras se obtuvo cuando se aplicó la ración alimenticia compuesta con 2/3 de ensilado de maíz y 1/3 de alfalfa.

Wesleey y Kezar (1998), definen al maíz forrajero como una planta con potencial en los siguientes aspectos:

- Alta producción de forraje
- Forraje de alta energía.
- Alimento consistente y apetitoso.
- Reduce los costos totales del alimento.
- Forraje que puede ser almacenado directamente al tiempo de la cosecha.

Entre los cultivos más eficientes en la transformación de agua a materia seca está el maíz que necesita 150 litros de agua por kilogramo en comparación con la alfalfa que requiere 279 litros, 47% más que el maíz.

Jugenheimer (1976) señala que el maíz como cultivo forrajero incluye el forraje verde que esta constituido por la planta completamente fresca, el rastrojo que comprende a la planta seca sin mazorca.

Sprague y Leporulo (1965) aseguran que el maíz permanece por mayor tiempo más palatable que muchos otros forrajes, además pierde más lentamente sus cualidades nutritivas.

Reaves y Pegram (1974) señalan la importancia del maíz como cultivo forrajero, puesto que es ensilado en casi todas las regiones por su alto rendimiento por hectárea, además es rico en azúcares, por lo que la fermentación es normal sin necesidad de recurrir a conservadores, facilitando la elaboración del ensilaje.

Caracteres recomendados para incrementar el rendimiento y calidad del maíz como forraje.

Roth *et al.*,(1970) consideran que existe variabilidad genética factible de explotarse en los caracteres, peso total de la planta, relación mazorca-follaje, digestibilidad de materia seca in vitro, proteína cruda, constituyentes de la pared celular, fibra y lignina; estos caracteres son los más importantes para determinar la calidad del forraje de maíz.

Rodríguez (1985) señala que los caracteres agronómicos más estrechamente relacionados con el rendimiento final del maíz fueron: altura de planta, altura de mazorca, número de hojas y en mayor escala días a floración masculina, días a floración femenina y mazorcas por planta; este último se recomienda considerarlo como de primera importancia en la selección, ya que es determinante en la calidad nutritiva del forraje.

Hallauer y Miranda (1988) encontraron que la altura de la planta influye en la producción de materia seca, pero debe de tener el tamaño adecuado para contribuir con aproximadamente el 50 por ciento del peso total, esto para evitar un incremento en el contenido de fibras.

Van Soest (1998) señala que las hojas contienen la mayor parte de las proteínas y partes más digeribles. También afirma que las prácticas de cosecha causan grandes pérdidas de hojas, estando estrechamente relacionada con la madurez de la planta.

Rodríguez (2000) considera que la altura de la planta de maíz influye en la producción de materia seca, también afirma que el tamaño de la mazorca esta dado por el número de hieleras por mazorca y numero de granos por hilera.

Reta *et al.*, (2001) concluyen que es posible incrementar el rendimiento de forraje seco en maíz forrajero sin disminuir la calidad del forraje, realizando algunos cambios en el sistema de producción tradicional dirigidos a incrementar la eficiencia en el aprovechamiento de la energía solar y los insumos aplicados al cultivo.

Ensilado

Hughes *et al.*, (1996) mencionan que el ensilaje del maíz es muy apetecible para los animales y las vacas lecheras, las cuales lo consumen en grandes cantidades. Las vacas alimentadas con ensilaje de maíz y alimentos concentrados han producido grandes cantidades de leche por año. Para obtener mejores resultados, el maíz debe ser ensilado cuando el grano esta en su madurez lechosa o empieza a endurecerse, bajo estas condiciones de ensilaje de maíz es una buena fuente de caroteno; pero estos se reducen cuando se ensila después de haber terminado la madurez del grano.

Martínez (1980) define ensilaje como el forraje verde que se ha conservado en un depósito casi sin aire, donde bajo el efecto de una fermentación conserva buenas cualidades de forraje succulento para alimento del ganado.

Ventajas del ensilado

Queipo (1967) señala las ventajas que reporta el ensilar maíz

1. La obtención de grandes cantidades de forraje por unidad de superficie y con el empleo relativamente bajo de mano de obra.
2. Permite disponer en cualquier época del año de un forraje que contiene elementos muy importantes para la alimentación del ganado.
3. Generalmente se producen menos pérdidas de elementos nutritivos con el ensilado que con cualquier otro procedimiento de conservación.
4. Ablanda las partes leñosas de los tallos, por lo que prácticamente todo el forraje puede ser consumido por el ganado.
5. Estudios efectuados demuestran que el ensilado es el mejor procedimiento para conservar el caroteno de las plantas verdes. El caroteno mejora los productos lácteos de los animales en vitamina A, influyendo además saludablemente en el ganado.
6. El ensilado del maíz es muy sencillo de hacer y se obtienen excelentes resultados sin necesidad de recurrir a procedimientos complicados de ensilado (adición de ácidos, melazas y otros productos) para facilitar la fermentación.

Rodríguez (2000) menciona las siguientes ventajas del maíz para ensilaje:

- Alta producción de materia seca.
- Forraje de alta energía.
- Alimento constante y de buena gustosidad.
- Reducción de costos totales del alimento.
- El forraje puede ser almacenado directamente al momento de la cosecha y corte.
- Requiere menos agua que otros forrajes.

El ensilaje de maíz o sorgo es uno de los forrajes conservados más importantes, siendo utilizado por las siguientes ventajas:

- Altos volúmenes de forraje de alta energía por ha.
- Es un alimento palatable y consistente.
- Puede ser almacenado directamente en el momento del corte.
- Tiene un bajo costo de kg. de materia seca digestible(Internet 3)

Calidad del Ensilaje

Aldrich y Leng (1974) indican que un ensilaje de maíz de buena calidad debe poseer; una cantidad de energía elevada y abundancia de grano, indicando que fue cortado lo suficientemente tarde para alcanzar el máximo rendimiento.

La calidad de conservación sin hongos se obtiene cosechando antes de que el cultivo este demasiado seco, picándolo y dejándolo tan corto como sea posible para obtener una buena compactación. La buena palatabilidad se obtiene cortando el cultivo en el momento oportuno y ensilando adecuadamente.

Núñez (1993) dice que la calidad nutricional del forraje de maíz es afectada por el desarrollo de la planta, debido a los cambios en la proporción de hojas, tallos y mazorcas, así como su composición química. La calidad nutricional de las hojas disminuye en forma más acelerada, que en otras partes de la planta al avanzar el estado de madurez.

Punto Optimo de Cosecha en Maíz para Ensilaje

Kent y Kurlle (1988) mencionan que la cosecha para ensilaje regularmente se efectúa en estado lechoso-masoso. El criterio para determinar el momento óptimo del corte del maíz para ensilaje sugiere la utilización de la línea de leche en la maduración del grano.

Línea de leche o línea de Almidón; Es la línea que se observa en la cara de los granos y marca el endurecimiento por la maduración de los granos, dividiendo las zonas de almidón líquido y sólido.

Núñez *et al.*, (1999) dicen que la línea de leche se refiere a la línea que marca el avance de endurecimiento en la maduración de los granos, dividiendo las zonas de almidón líquido y sólido.

El avance de esta línea va de la parte de afuera hacia el olote o centro de la mazorca, esto se puede observar en forma fácil, notoria y visual, sobre todo en los híbridos amarillos, y con más cuidado en maíces de grano blanco.

Bal (1997) concluye que se obtiene más producción de leche en vacas alimentadas con raciones de maíz cosechado a 2/3 de línea de leche (33.4 Kg./día) en comparación con vacas alimentadas con raciones de ensilado cosechado al final del estado masoso (32.4 Kg./día).

Por su parte Xu (1995) encontró en la Comarca Lagunera aumentos en el rendimiento de materia seca por hectárea cuando esta se cosecha a 1/3 y 1/2 de avance en línea de leche.

Queipo (1967) asegura que el mejor momento para hacer la recolección del forraje es cuando el interior de los granos de la mazorca tenga una consistencia pastosa.

Por su parte Guerrero (1981) señala que el maíz para ensilaje debe cortarse cuando el grano haya pasado al estado lechoso y tenga consistencia pastosa.

Mientras que Xu *et al.*, (1995) dicen que el contenido óptimo de materia seca del maíz para ensilaje es de 28 a 35 por ciento.

El momento óptimo de cosecha se presenta cuando el grano está en 1/4 de línea de leche, para poder picar en este estadio es indispensable contar con máquinas de precisión y elevada capacidad de trabajo.

La fórmula práctica para determinar la línea de leche es partiendo una mazorca a la mitad y observando que en los granos la línea de leche se encuentre en la parte basal. Esta línea se nota claramente y marca la separación entre el endospermo líquido y el sólido del grano.

Cuadro 2.1 Variación del contenido de humedad en función al estadio del grano (INTERNET 3).

Estadio del grano y línea de leche	Humedad del grano [%]	Humedad del forraje [%]
Grano lleno	48	74
Media leche	40	68
1/4 leche	35	64
No leche	32	60

Consecuencias al cosechar en estado no recomendado.

Harrison y Johnson (1996) señalan que cuando se utiliza ensilaje de maíz cosechado al momento de que el grano alcanza la madurez fisiológica, la producción de leche puede disminuir en más de 1.5 litros por vaca día⁻¹, el almidón no es digerido totalmente y muchos granos aparecen en las excretas del ganado.

Hunt y Kezar (1993) concluyen que si se cosecha demasiado tarde, el forraje tendrá mayor oportunidad de pasar a través del estomago del animal sin digerirlo, además puede contener menos nutrientes digestibles.

Harrison y Johnson (1996) encontraron que al cosechar la planta demasiado temprano puede tener un bajo contenido de grano, además hay un incremento de fluidos, lo cual ocurre por un contenido de humedad más alto en la planta a una cosecha más temprana.

Mejoramiento Genético.

Villegas (1971) menciona que la reducida calidad nutritiva de las proteínas y el contenido relativamente bajo de éstas en los cereales, es el resultado de un desbalance de aminoácidos, donde el primer limitante es la lisina, y en el caso del maíz la deficiencia proteínica del endospermo es tanto en lisina como triptofano.

Por su parte Poey (1969) indica que el gene opaco 2 reduce el peso y la densidad del grano en comparación con el maíz normal.

Jugenheimer (1984) menciona que el genotipo y la madurez influyen en los niveles de carbohidratos del endospermo del maíz dulce, entre la polinización y la cosecha principalmente cuando el metabolismo es máximo.

En tanto que Cruz (1989) al trabajar con variedades diferentes de maíz, concluye que en la producción de proteína contenida en un forraje, los forrajes de alto contenido de proteína no son siempre los que presentan el mayor rendimiento.

Rodríguez (1998), concluyó que los resultados al aplicar el mejoramiento genético del maíz para elevar su producción de forraje, permiten decir que éste ha sido efectivo. El alto grado de heredabilidad de producción de forraje permite predecir la efectividad de la selección recurrente en elevar el rendimiento.

Zuber y Helm (1977) señalan que el contenido de lisina en maíz normal no mutante, podría incrementarse mediante la selección recurrente. En un estudio encontraron que el contenido de lisina se incrementa de un ciclo a otro y concluyen acerca de una base genética lógica, además indican que muchos genes podrían estar implicados en la síntesis de lisina.

Aguirre *et al.*, (1953) reportan un rango considerable en el contenido de lisina en grano completo, entre razas y tipos de maíz. Como alternativa para mejorar la calidad proteica, está la selección de materiales de endospermo normal y altos niveles de lisina.

III . MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

El presente trabajo se desarrollo en el ciclo primavera-verano durante el año 2001 en el “Rancho Ampuero” ubicado en la localidad de Torreón, Coahuila, presentando las siguientes características geográficas y climáticas:

Latitud N	25° 33’
Longitud W	103° 26’
Altitud	1137 msnm
Temperatura media anual	22.6°C
Precipitación media anual	217.1 mm

Siembra

La siembra se realizó a una densidad de población de 80,000 plantas/ha⁻¹. La siembra se efectuó el 25 de abril, la parcela útil consistió de 20 plantas sembradas a 16 cm de distancia en surcos de 75 cm de ancho, se fertilizó utilizando la fórmula 100-100-80, depositando todo el fósforo y la mitad de nitrógeno en la siembra y en el primer cultivo el resto del fertilizante. Se aplicó un riego de pre-siembra y 3 riegos de auxilio. Finalmente se procedió a cosechar a los 100 días.

Material Genético

A continuación se presenta el material genético utilizado:

Cuadro 3.1 Ensayo de híbridos comerciales forrajeros de maíz.

Clave	Híbridos comerciales
01	6002Y
02	JAGUAR Y
03	P33 J 56
04	HARTZ
05	8277
06	9802
07	BÚFALO
08	HALCÓN
09	D-888
10	P-3099
11	Z-30
12	P-32J55
13	D-2002
14	HERMES
15	D-2001
16	Z-31
17	C-908
18	JAGUAR
19	HÉRCULES
20	Z-21
21	632 ABT
22	D-875
23	APOLO

Variables evaluadas en campo

Altura de planta.- Se tomó la altura media de 10 plantas al azar; midiendo desde la base de la planta hasta la punta de la espiga.

Altura de mazorca.- Se tomó la altura media de 10 plantas al azar, midiendo desde la base hasta el nudo de la mazorca principal.

Porcentaje de materia seca.- Se obtuvo por simple diferencia del porcentaje de humedad y el 100 por ciento.

Peso verde de mazorca.- Después de pesar las plantas completas se cosechó el elote para tomar su peso.

Peso seco de mazorca.- Una vez seca la mazorca se tomó el peso.

Rendimiento de forraje verde.- Se obtuvo multiplicando el valor medio del peso verde de la planta por la densidad de siembra.

$$\text{RFV} = \text{PVP} / \text{n} * \text{DS} / 1000$$

Donde:

RFV = Rendimiento de forraje verde

PVP = Peso verde de la planta.

n = Número de plantas.

1000 = Constante para obtener el rendimiento en toneladas.

DS = Densidad de siembra.

Rendimiento de mazorca verde: se obtuvo multiplicando el valor medio del peso del elote de cada planta por la densidad de población que fue de 80,000 plantas/ha.

$$\mathbf{RMV = PMV/n * DS /1000}$$

Donde :

RMV= rendimiento de mazorca verde

PMV= peso de mazorca verde

n= numero de plantas muestreadas

Ds= densidad de siembra

1000= constante para obtener el rendimiento en toneladas.

Rendimiento de forraje Seco.- Se obtuvo multiplicando el contenido medio de materia seca por el rendimiento de forraje verde.

$$\mathbf{RFS = MS * RFV}$$

Donde:

MS = Materia seca en kilogramos.

RFV = Rendimiento de forraje verde.

Materia seca: Se obtuvo multiplicando el contenido medio del rendimiento de forraje verde.

Porcentaje de mazorca en el forraje: Se consideró el cociente del peso seco de la mazorca y el peso total del forraje.

Numero de mazorcas: Es el total de mazorcas que se obtiene de las plantas cosechadas dentro de la parcela útil.

Descripción de Parcela Útil

La investigación se desarrollo con una densidad de población de 80,000 plantas/ha. Dos surcos de 20 plantas cada uno, con un espacio entre ellas de 16.5 cm, la distancia entre surcos fue de 80 cm, dando una superficie total de 2.272 m².

Procedimiento Experimental.

Para la evaluación de los materiales se utilizó un diseño experimental en bloques al azar, con 23 tratamientos y 3 repeticiones.

Modelo Estadístico

En este trabajo se utilizó el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + r_j + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor de la variable correspondiente.

μ = Media general.

t_i = Efecto del i-esimo tratamiento.

r_j = Efecto de la J-esima repetición.

e_{ij} = Efecto del error experimental.

$i = 1 \dots\dots\dots 23$

$j = 1 \dots\dots\dots 3$

Análisis Estadístico

Se realizó un ANVA para cada una de las características agronómicas y de producción de los híbridos en evaluación, el cual se calculó mediante el paquete computacional *Statistical Analysis System (SAS)*, con el modelo y diseño de bloques al azar que se describe a continuación.

Cuadro 3.2 Diseño de un ANVA para su distribución en bloques al azar.

FV	GL	SC	CM	FC
Repeticiones	r-1	SCR	SCR / r-1	CMR / CME
Tratamientos	t-1	SCT	SCT / t-1	CMT / CME
Error	(t-1)(r-1)	SCE	SCE / (t-1)(r-1)	
Total	tr-1			

Para calcular la suma de cuadrados se utilizaron las siguientes formulas:

$$SC \text{ repeticiones} = \sum_{j=1}^r \frac{Y_{.j}^2}{t} - \frac{Y^2_{..}}{rt}$$

$$SC \text{ tratamientos} = \sum_{i=1}^t \frac{Y_{i.}^2}{r} - \frac{Y^2_{..}}{rt}$$

$$SCEE = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \sum_{i=1}^t \frac{Y_{i.}^2}{r} - \sum_{j=1}^r \frac{Y_{.j}^2}{t} + \sum_{i=1}^t \frac{Y^2_{..}}{rt}$$

$$SC \text{ total} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r \frac{Y_{i,j}^2}{r} - \frac{Y^2_{..}}{t}$$

Con el fin de obtener mayor precisión en este trabajo, se utilizó la prueba de Tukey para las medias de las diferentes características evaluadas. Así mismo, se calculó el coeficiente de variación (C.V.) para determinar la confiabilidad del trabajo.

Formulas.

$$C.V = \frac{\sqrt{CMEE_{Exp}}}{\bar{X}} \times 100$$

Donde;

C.V = Coeficiente de variación.

CMEE_{Exp.} = Cuadrado medio del error experimental.

\bar{X} = Media general.

100= Constante para obtener el coeficiente de variación en porcentaje.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de este apartado se analizarán los resultados obtenidos.

Se evaluaron las características agronómicas y de rendimiento a las cuales se les realizo' un análisis de varianza y una prueba de Tukey, con la finalidad de conocer el comportamiento de cada una de las variables.

En el Cuadro 4.1. se muestran los cuadrados medios y su nivel de significancia para las características bajo estudio, en el cual se observa la fuente de variación de cada una de las variables.

Para la fuente de variación tratamientos o material evaluado se detectaron diferencias altamente significativas para las variables: de rendimiento de forraje verde, rendimiento de forraje seco, porcentaje de mazorca en el forraje, materia seca total, y con diferencias no significativas las variables: altura de planta, altura de mazorca, número de mazorcas por planta.

Las diferencias estadísticas que se observan entre los materiales evaluados nos permiten realizar una buena selección de los mejores híbridos comerciales, la cual se realizara' en base a los caracteres más sobresalientes, eliminando a aquellos materiales desfavorables.

Los coeficientes de variación (C.V%) se mantuvieron dentro del margen de 4.68 a 15.608 %, lo cual indica que se encuentran dentro de un rango de confiabilidad en el presente trabajo.

La concentración de medias de los parámetros evaluados se muestra en el Cuadro 4.2, así como la media general de acuerdo a la prueba de Tukey.

El rendimiento de forraje verde es uno de los parámetros más utilizados para seleccionar material con un buen potencial forrajero, en este caso, los materiales que muestran mayor rendimiento son los híbridos: D-2002 con 61.667 Ton/ha, siguiéndole el D-875, APOLO, HÉRCULES y D-888, con 58.667,56.167,55.667 y 55.00 Ton/ha respectivamente, los cuales superan la media general, que para esta variable fue de 47.377 Ton/ha.

En cuanto a rendimiento de forraje seco, se pudo observar que el mejor híbrido para producción de forraje seco fue el D-875 Con 15.90 Ton/ha, siguiéndole, el D-888, P-32J55,D-2001,D-2002, que superan la media general, la cual fue de 13.058 Ton/ha.

Para la variable porcentaje de mazorca en el forraje, se pudo observar que el híbrido más sobresaliente fue el JAGUAR con un valor de 58.943 %, siguiéndole otros materiales como el Z-30, HERMES, P-33J56 y Z-60. obteniéndose una media general de 47.782%.

Por lo tanto se puede decir que JAGUAR es el mejor híbrido debido a que es un híbrido precoz, lo cual hace que se obtenga una mayor producción de mazorca y grano en menor tiempo.

En relación a materia seca total, el rango de medias oscila entre 24.80 a 31.43 %. Por lo que el híbrido más sobresaliente fue el P- 32J55 con una media de 31.43 %, siendo el híbrido D-2002 inferior en cuanto a rendimiento según la media general que para este caso fue de 27.623 %..

Este parámetro es un factor determinante en la selección de materiales forrajeros, ya que en la producción de maíz, una de las prácticas agronómicas más comunes para incrementar la producción de materia seca y grano por hectárea es aumentar la densidad de plantas por unidad de superficie hasta llegar a ser constante.

Por lo que basándose en esta variable se puede mencionar que la producción es mayor ya que se está manejando una densidad de plantas adecuada. Además de que también nos indica que este maíz amarillo proporciona mayor producción de materia seca.

Con respecto a esta variable es importante mencionar que los demás híbridos también proporcionan una gran aceptación, ya que son maíces precoces, por lo tanto la producción de forraje va a ser más rápida. Además de que este parámetro es adecuado para realizar una buena selección de híbridos y por lo tanto para determinar que tipo de caracteres utilizar para producir nuevos y mejores híbridos.

En altura de planta, los valores oscilan de 168 a 228.3 cm con una media general de 197 cms, donde se observó que el híbrido D-888, fue el mejor con una media de 228.3 cms de acuerdo a la prueba de Tukey, lo cual indica que este híbrido supera a los demás, en este caso el D- 875, 632 ABT, entre otros.

La altura de planta es uno de los parámetros mas relacionados con la producción de forraje, ya que a mayor altura de planta, mayor rendimiento de forraje, aunque también se toman en cuenta otros parámetros relacionados como son: mazorcas por planta, grosor del tallo y número de hojas.

Para altura de mazorca: los valores fueron de 78.6 a 140.0 cms. Obteniéndose una media general de 94.89 cms.

Dentro de este parámetro es importante mencionar que el híbrido que obtuvo una mayor altura fue el D-888 con 140 cms, siguiéndole el D-875, entre otros que superan la media general, lo cual se puede deber a la forma de cosecha en este caso mecánica, ya que la finalidad de este es la producción de forraje, por lo que para obtener una mayor producción de forraje se debe considerar la posición de la mazorca en relación a la altura del tallo al momento de la cosecha.

En el número de mazorcas por planta: es importante mencionar que el híbrido 3099 fue el mejor ya que mostró una media de 1.033 en comparación con los demás, obteniéndose una media general de 0.938 mazorcas por planta.

En relación con esta variable se puede decir que este parámetro está estrechamente relacionado con la producción de forraje y la calidad del mismo, por lo tanto se deben de considerar características propias de la mazorca tales como tamaño, número de hileras, granos por hilera, tamaño del grano, etc., para realizar una buena selección de híbridos comerciales, siempre y cuando se tomen en cuenta ciertas características agronómicas.

Cuadro.4.1. Concentración de cuadrados medios de las variables evaluadas en la fase de campo.

F.V	G.L	Rendimiento de forraje verde (ton/ha)	Rendimiento de forraje seco (ton/ha)	Porcentaje de mazorca en el forraje	Materia seca total (%)	Altura de plta(cms)	Altura de mazorca (cms)	Numero de mazorcas /plta
Rep	2	148.09057971*	9.24971014 ns	5.03663913ns	4.2227536ns	622.579**	628.309**	0.00710ns
Trat	22	192.29710145 **	13.31491436**	105.5301845**	9.9155863**	85.7101	92.84988	0.010395*
Error	44	32.51103426	4.15410408	15.54357549	3.3730566			0.00588933
Total	68							
C.V		12.03510	15.60857	7.876096	6.648720	4.680542	9.790522	8.18422

** =altamente significativo

* =significativo

ns =no significativo

Cuadro.4.2.- Concentración de medias de los mejores tratamientos de cada una de las variables

Trat	Rddto. de forraje verde (ton/ha)	Trat	Rddto. De forraje seco (ton/ha)	Trat	% de mazorca en el forraje	Trat	Materia seca total (%)	Trat	Altura de plta (cms)	Trat	Altura de mazorca (cms)	Trat	No. de mazorcas/ plta
D-2002	61.667 A	D-875	15.900 A	JAGUAR	58.9 A	P-33J55	31.4 A	D-888	228.333 A	D-888	140.000 A	P-3099	1.03333 A
D-875	58.667 AB	D-888	15.767 A	Z-30	58.4 A	D-2001	30.4 AB	D-875	217.667 AB	D-875	122.667 AB	Z-30	1.00000 A
APOLO	56.167 AB	P32J55	15.600 AB	HERMES	57.9 AB	C-908	29.8 AB	632ABT	216.333 AB	632ABT	1118.3 ABC	D-2001	1.0000 A
HERCULES	55.667 ABC	D-2001	15.500 AB	P33J56	57.4 AB	JAGUAR	29.3 AB	BUFALO	211.667 ABC	APOLO	110.667 ABCD	9-32J55	1.0000 A
D-888	55.000 A BC	D-2002	15.300 AB	HARTZ	55.3 AB	HARTZ	29.3 AB	JAGUAR	209.667ABCD	HERCULES	109.667A	JAGUAR	1.0000 A
Media general	47.3777		13.058		47.782		27.623		197.8		94.89		0.938

Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad

CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos e hipótesis planteados se concluye lo siguiente: El material más sobresaliente fue el híbrido D-2002 para rendimiento de forraje verde con una media de $61.66 \text{ ton/ha}^{-1}$, también ocupó el 5° lugar en cuanto a rendimiento de forraje seco con una media de $13.058 \text{ Ton/ha}^{-1}$.

En base al porcentaje de mazorca en el forraje el híbrido más sobresaliente fue el Jaguar, maíz precoz que obtuvo un buen comportamiento para esta variable en la Región Lagunera, con una media de 58.9%.

En materia seca total, el híbrido más sobresaliente fue el P-32J55, obteniéndose una media de 31.433%, este material amarillo supera en gran medida a los maíces blancos.

En altura de planta, el híbrido más alto fue el D-888 con mayor producción de grano-forraje.

En altura de mazorca, el mejor híbrido fue el D- 827.

De acuerdo con las medias de los tratamientos o híbridos se puede concluir que al menos uno de los materiales es diferente en cuanto a su comportamiento para la producción de forraje.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la localidad “Rancho Ampuero” en Torreón Coahuila, con la finalidad de evaluar los mejores materiales comerciales para producción de forraje.

La región Lagunera es una de las principales cuencas lecheras del país por su aportación de leche a la producción nacional. El incremento en la producción de leche en esa área se debe a un aumento en la población de ganado, por lo tanto la producción de mas forraje ocasiona mayor presión en los recursos de suelo y agua. La explotación de la producción de forrajes y otros cultivos agrícolas sin planeación puede afectar la productividad del suelo y la disponibilidad de agua en el mediano y largo plazo en la región.

Es importante mencionar que la Región Lagunera esta ubicada en un ambiente subtropical árido semicalido con condiciones propicias para la producción de forraje. Además de que el maíz forrajero muestra rendimiento variable año con año, de ahí la importancia de buscar híbridos con mejor rendimiento.

Los materiales comerciales utilizados para la realización de este trabajo fueron proporcionados por diferentes empresas productoras de maíz como: Dekalb, Asgrow, Pioneer, Gertz y Hartz.

Durante el ciclo primavera –verano fueron sembrados 23 híbridos comerciales a una densidad de población de 80,000 plantas / ha⁻¹ de los cuales 19 fueron maíces blancos y el resto amarillos.

Se evaluó el rendimiento de forraje verde, Rendimiento de forraje seco, porcentaje de mazorca en el forraje, porcentaje de materia seca, altura de planta, altura de mazorca y número de mazorcas por planta.

Los datos de campo fueron sometidos a un análisis de varianza bajo un diseño de bloques completos al azar y la prueba de Tukey, para la comparación de medias.

De acuerdo con este análisis, nos indican que el mejor material para rendimiento de forraje verde fue el D-2002 con 61.66 Ton/ha⁻¹ en tanto que para forraje seco fue el D-875 con 15.9 Ton/ha.

Es importante mencionar que los mejores materiales fueron los maíces blancos, aunque también hubo una excepción con los maíces amarillos, ya que hubo uno que sobresalió de manera aceptable como es el caso de porcentaje de mazorca en el forraje, lo cual nos indica que es un buen maíz forrajero como es el caso de el P-32J56, ya que supera la media general, lo cual indica que puede ser utilizado para ese propósito en la Comarca Lagunera.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, F; C. E. Robles y M. S Scrimshaw. 1953. The nutritive value of central american corns II Lysine and methionine content of twenty-three varieties in Guatemala. Tomado de la revista Agraria vol. 4 (1) Enero-junio 1988.
- Aldrich, S. R. y E. R. Leng. 1974. Producción moderna del maíz. C.E.C.S.A. México p 678, 740 -174.
- Amaya, C. J; S. D. Reta y M. A. Gaytan. 2001. Sistemas de producción para incrementar la productividad y sustentabilidad del maíz en la comarca lagunera. fomento y sanidad vegetal de la comarca lagunera y fundación produce de coahuila.
- Bal, M. A. 1997. Impact of the maturity of corn use as silage in the diets of diary cows an in take, digestibility and milk. Production. J. Dairy Sci 80: 2497-2503.
- Borgiolo. Elvio.1962.Alimentación del ganado. Editorial. Gea. Barcelona España. pp.265-267.
- Cruz, C. A. 1989. Análisis químico y digestibilidad *in vitro* de 16 variedades de maíz (*zea - mays*) cultivado para forraje y ensilado. Tesis Lic. UAAAN, Saltillo Coahuila, México.
- Delorit, R. J. y H. L. Alghreen. 1975. Producción agrícola. Segunda Impresión Editorial. C.E.C.S.A. México.
- Dhiman, T. R. y Sather. 1997. Yield response of dairy Cows fed differents proportions of alfalfa silage and corn silage. J. Dairy Sci. 80: 2069-2082.
- Flores, M. J. 1980. Bromatología animal. Editorial Limusa. 2ª Edición. México. pp. 311-322.
- Hallauer, A. R. y J. B. Miranda 1988. Quantitative genetics in maize breeding. 2ª Edition. Iowa State University Pree/Ames. pp. 52-64.
- Harrison J. H., y L. Johnson. 1996. Effects of harvest maturity of whole plant of silage on milk production and component yield and passages of corn grain and starch in to feces. J. Dairy Sci. 79: 149.

- Hughes et al ., 1996. Forrajes 2a edición . traducido al español. Por el ing. José Luis de la Loma. C.E.C.S.A. México. pp.678,740,741.
- Hughes H.D., 1997. Evaluating effective fiber four state applied .nutrition and management conference proc. La Crosse,wl. pp12.
- Hunt, C. W., and Kezar. 1993. Effects of hybrids ensilage wit and without a microbial inoculate on the nutritional characteristic of whole plant corn. Journal.sci.58:661-678.
- Jugenheimer, R. W.1976. Maíz, variedades mejoradas , métodos de cultivo y producción de semillas . Traducción al español por Rodolfo Piña García .1ª edición. Limusa. S.A. México.pp.39-297.
- Juscafresca, B. 1983. Forrajes fertilizantes y su valor nutritivo. 2ª Edición. Editorial AEDOS, Barcelona España. pp. 85-88
- Kent .R. C y J. E. Kurle. 1988. Using the kernel milk line determine to wen harvest corn for silage. J. Produc agrícola.1:293-295.
- Martínez, P. R. 1980. Resultados de Investigación Agrícola en Forrajes CAELALA, SARH, INIA.
- Mertz, E.T 1963 High lysine corn. Agricultural Science Review. Vol.6,pp.51:304-307.
- Núñez, H. G. 1993. Producción, ensilaje y valor nutricional del maíz para forraje. El maíz en la década de los 90's. Memorias Primer Simposium Internacional. Zapopan, Jalisco, 1993.
- Núñez, H. G.; G. F. Contreras; C. R. Faz.; y S. R. Herrera. 1999. Componentes tecnológicos para la producción de ensilados de maíz y sorgo. SAGAR. INIFAP. P.37 .
- Academia Nacional de Ciencias (N.R.C) .1974. Clasificación de los alimentos para consumo animal, Washington, USA.p.13-14
- Pinter, L. 1985, Ideal type of forage maize hybrid (*Zea mays L*) . breeding of silaje maize. 13th Congress of the maize and sorghum. section of Eucarpia . Book of Abstracts Wageningen , Netherlands .p.17.
- Poey F.R 1969 . Effects of 02 y f12 mutant on endosperm protein and tryptophan content of tropical maize. Agronomy Abstracts. A:S:A: Detroit, Michigan. 61
- Queipo, L. J. 1967. El Maíz forrajero. Capacitación agraria. Madrid, España. pp.36-37.
- Reaves, M. P y C.W. Pegram 1974. El ganado lechero y las industrias lácticas en la granja. Editorial Limusa, México.pp.222,223,163-169.

- Reta, S. D. A. J. J. Carrillo, M. A. Gaytan, y W. J. A. Cueto, 2001. Sistemas de producción para incrementar la productividad y sustentabilidad del maíz en la Comarca Lagunera. SAGAR. INIFAP. Torreón, Coahuila. México.
- Robles, S. R. 1978. Producción de granos y forrajes . 2ª Edición. Limusa, S.A. México D.F. pp. 22-23,76-78.
- Rodríguez, H., S. 1985. Estimación de parámetros genéticos de caracteres relacionados con la producción de forraje de maíz. Tesis Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México. P.79 .
- Rodríguez H., S. 2000. Caracteres de importancia para el fitomejoramiento del maíz para ensilaje. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Irapuato Gto. 2000. p.6.
- Sprague ,M. A .; L. Lepórulo. 1965. Losing. during storage and Digestibility of Different Crop of Silaje . Agron. Journal 57:425-427.
- Van, Soest. 1998. Calidad del forraje en maíz y alfalfa. 4º Ciclo de Conferencias sobre nutrición y manejo. Torreón, Coahuila, México. p. 23-28.
- Villegas, E. 1971. Maíces de alta calidad nutricional, Simposio sobre el desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. CONACYT, C. P, INIA, SOMEFI , México.
- Wesleey y Kezar. 1998. Uso exitoso del ensilaje de maíz de alta calidad por los lecheros del Oeste de los Estados Unidos. Memorias del 4º Ciclo de Conferencias internacionales Sobre Nutrición y Manejo. Torreón, Coahuila, México. p. 34-39.
- Williams, D. W. 1976. Ganado vacuno para carne, cría y explotación. Editorial Limusa. S.A. México .pp.136-148.
- Xu, S. 1995. Evaluation of yield, quality and plant composition of early maturing corn hybrid harvested an three an three stages of maturity. Animal. Vet. Sci. 157-164.
- Xu, S., J. H. Harrison, W, Kezar, N. Entrikin, K. A. Loney. 1995. Evaluation of yield and plant composition of early-maturing corn hybrids harvested at three stages of maturity. Prof. An. Sci. 11:157-165.
- Zuber, M.S. H, and J. L. Helm 1977. Métodos para el mejoramiento de la calidad del maíz sin emplear mutantes específicos, maíz de alta calidad proteínica. CIMMYT-PURDUE, Editorial Limusa. México. pp. 259-370.

CONSULTAS EN INTERNET

1. http://www.infocarne.com/bovinos/vacas_lecheras.asp (2001).

2. <http://www.babcock.cals.wisc.edu/spanish/de/pdf> (2001)..

3. <http://www.produccion.com.ar/96may09.htm> Fuente: INTA PROPEFO.

A P E N D I C E

Cuadro A.1. Análisis de Varianza para el rendimiento de forraje verde de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.(Tons/ha)

FV	G.L	SC	CM	F C	Pr > F
Rep	2	296.18115942	148.09057971	4.56	0.0159*
Trat	22	4230.53623188	192.29710145	5.91	0.0001**
Error	44	1430.48550725	32.51103426		
Total	68	5957.20289855			

C.V. 12.03510 %

**=altamente significativo

* =significativo

ns =no significativo

Cuadro A.2. Análisis de Varianza para el rendimiento de forraje seco de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.(Tons/ha). (Tons/ha)

FV	G.L	SC	CM	F C	Pr > F
Rep	2	18.49942029	9.24971014	2.23	0.1199 ns
Trat	22	292.92811594	13.31491436	3.21	0.0005**
Error	44	182.78057971	4.15410408		
Total	68	494.20811594			

C.V. 15.60857 %

Cuadro A.3. Análisis de Varianza para porcentaje de mazorca en el forraje (%) de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.

FV	G.L	SC	CM	F C	Pr > F
Rep	2	10.07327826	5.03663913	0.32	0.7249ns
Trat	22	2321.66406087	105.53018458	6.79	0.0001**
Error	44	683.91732174	15.54357549		
Total	68	3015.65466087			

C.V. 7.876096 %

Cuadro A.4. Análisis de Varianza para materia seca total (%) de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.

FV	G.L	SC	CM	F C	Pr > F
Rep	2	8.44550725	4.22275362	1.25	0.2959 ns
Trat	22	218.14289855	9.91558630	2.94	0.0011**
Error	44	148.41449275	3.37305665		
Total	68	375.00289855			

C.V. 648720 %

Cuadro A.5. Análisis de Varianza para altura de planta(cms) de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.

FV	G.L	SC	CM	F C	Pr > F
Rep	2	14941.913	622.5797	7.26	0.0001**
Trat	22	3771.246	85.71014		
Error	44	18713.159			
Total	68				

C.V. 4.680542 %

Cuadro A.6. Análisis de Varianza para altura de mazorca(cms) de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.

FV	G.L	SC	CM	F C	Pr > F
Rep	2	15079.420	628.3091	6.77	0 .0001**
Trat	22	4085.391	92.849		
Error	44	19164.811			
Total	68				

C.V. 9.790522 %

* significativo

** altamente significativo

ns no significativo

Cuadro A.7. Análisis de Varianza para numero de mazorcas /planta de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.

FV	G.L	SC	CM	F C	Pr > F
Rep	2	0.01420290	0.00710145	1.21	0.3091ns
Trat	22	0.22869565	0.01039526	1.77	0.0540*
Error	44	0.25913043	0.00588933		
Total	68	0.50202899			

C.V. 8.18422 %

* Significativo

** altamente significativo

ns no significativo

Cuadro A.8. Comparación de medias para el rendimiento de forraje verde de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.(Tons/ha).

Grupos	Media	Tratamientos
A	61.667	13
A B	58.667	22
A B	56.167	23
A B C	55.667	19
A B C	55.000	9
A B C D	51.333	18
A B C D E	50.500	15
A B C D E	49.833	14
A B C D E	49.667	12
A B C D E	49.667	2
A B C D E	49.667	6
A B C D E F	49.500	10
A B C D E F	49.000	11
A B C D E F	48.167	21
A B C D E F	48.000	16
A B C D E F	47.333	7
B C D E F	41.333	17
B C D E F	41.000	8
C D E F	38.167	5
C D E F	37.833	20
D E F	37.000	1
E F	32.833	3
F	31.667	4
Media general	47.377	

Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales.

Cuadro A.9. Comparación de medias para el rendimiento de forraje seco de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.(Tons/ha).

Grupos	Media	Tratamientos
A	15.900	22
A	15.767	9
A B	15.600	12
A B	15.500	15
A B	15.300	13
A B	15.100	18
A B	14.100	14
A B	14.033	19
A B	14.033	11
A B	13.967	23
A B	13.567	6
A B	13.533	10
A B	13.000	7
A B	12.833	2
A B	12.467	21
A B	12.400	16
A B	12.367	17
A B	11.833	8
A B	10.267	5
A B	10.067	20
A B	9.900	1
A B	9.500	3
B	9.300	4
Media general	13.058	

Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales.

Cuadro A.10. Comparación de medias para porcentaje de mazorca en el forraje de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.

Grupos	Media	Tratamientos
A	58.943	18
A	58.460	11
A B	57.990	14
A B	57.427	3
A B	55.393	4
A B C	54.647	15
A B C D	53.590	12
A B C D	52.323	17
A B C D	52.310	10
A B C D	51.713	7
A B C D	51.170	22
A B C D E	50.507	8
A B C D E	50.477	2
A B C D E	49.943	6
A B C D E	49.087	16
A B C D E	48.387	13
A B C D E	46.877	20
B C D E	45.650	1
C D E	42.553	19
D E	42.210	21
D E	41.957	5
D E	41.470	23
E	38.227	9
Media general	47.782	

Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales.

Cuadro A.11. Comparación de medias para materia seca total (%) de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.

Grupos	Media	Tratamientos
A	31.433	12
A B	30.433	15
A B	29.867	17
A B	29.367	18
A B	29.300	4
A B	29.067	3
A B	28.867	8
A B	28.667	9
A B	28.433	11
A B	28.167	14
A B	27.333	10
A B	27.300	6
A B	27.200	7
A B	27.200	22
A B	26.933	5
A B	26.733	1
A B	26.700	20
A B	25.867	21
A B	25.833	2
A B	25.733	16
B	25.100	19
B	25.000	23
B	24.800	13
Media general	27.623	

Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales.

**Cuadro A.12. Comparación de medias para altura de planta. (cms)
de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.**

Grupos	Media	Tratamientos
A	228.333	9
A B	217.667	22
A B	216.333	21
A B C	211.667	7
A B C D	209.667	18
A B C D E	208.000	12
A B C D E	207.000	14
A B C D E	206.000	13
A B C D E	204.000	2
A B C D E F	200.667	23
A B C D E F	200.000	15
A B C D E F	199.333	8
B C D E F G	197.000	3
B C D E F G	196.000	6
B C D E F G	195.333	19
B C D E F G	193.333	4
B C D E F G	191.667	1
C D E F G	185.000	5
D E F G	181.333	11
D E F G	180.667	17
E F G	180.000	16
F G	172.333	10
G	168.000	20
Media general	197.8	

Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales.

**Cuadro A.13. Comparación de medias para altura de mazorca. (cms)
de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.**

Grupos	Media	Tratamientos
A	140.0	5
A	122.667	9
A	118.333	22
A	110.667	21
A	109.000	23
A	105.333	19
A	105.0	18
A	104.667	6
A	103.333	4
A	100.333	13
A	98.667	7
A	95.0	1
A	93.6667	16
A	92.667	2
A	90.0	14
A	90.0	8
A	88.6667	10
A	88.667	3
A	83.373	15
A	83.0	20
A	81.0	11
A	81.0	12
A	78.6667	17
Media general	94.84	

Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales.

Cuadro A.14. Comparación de medias para numero de mazorcas/ planta de 23 híbridos comerciales de maíz forrajero.

Grupos	Media	Tratamientos
A	1.03333	10
A	1.00000	11
A	1.00000	15
A	1.00000	12
A	1.00000	18
A	1.00000	8
A	0.96667	22
A	0.96667	9
A	0.96667	7
A	0.96667	4
A	0.96667	14
A	0.96667	2
A	0.93333	17
A	0.93333	3
A	0.90000	5
A	0.90000	13
A	0.90000	23
A	0.90000	20
A	0.86667	19
A	0.86667	6
A	0.86667	16
A	0.83333	1
A	0.83333	21
Media general	0.819	

Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales.