

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA.



Relación entre Rendimiento y Calidad de Forraje en Híbridos de Maíz.

Por:

JOSÉ GUADALUPE CABELLO CHICO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener él

Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

JUNIO DE 2003

DEDICATORIA

Primeramente quiero darle las gracias de corazón a Dios nuestro Señor, San Judas Tadeo y a la Virgen de Guadalupe por haberme dado la vida y haberme permitido lo que he podido realizar.

A mis Padres: Sr. Rafael Cabello Navarro y a mi madre la Sra. Juana Chico Ibarra, por haberme dado la vida y por el apoyo incondicional que me brindaron durante todo este largo tiempo, muchas gracias y discúlpenme si alguna vez les fallé y que Dios los bendiga.

A mis Hermanos: Juan Luis y Laura Alicia, gracias por el apoyo moral y económico que me brindaron para concluir mi carrera profesional, cuidense y que dios los bendiga.

A mis Tíos(a): Ramón, Benito, Salvador, Teresa, Güera etc. gracias por su apoyo.

A todos mis primos(a) por haberme alentado para salir a delante, en especial a una de ellos mi compañera y amiga Candelaria Chico, gracias.

A mis Abuelos Isidoro Chico(+), Ma. de Jesús(+),
Fidencio Cabello(+), Juana Navarro, que Dios los bendiga
por siempre.

A mis Amigos: Roberto Gómez (El Chapulin), Leonel
Cardozo, Juan Rivera, Guillermo (la malda), Omar ventura,
Jaime Elizarras, Luis Chico, Cirilo Hernandez, Cerpa, Juan
Luis Cabello, Juan José Hernandez, Raúl(El Bruto) etc. a
todos ellos gracias por los momentos felices que me
hicieron pasar.

A ti Rosy O. N., por comprenderme y por lo que
significamos el uno para el otro, gracias.

Y por que no a toda la gente de la Comunidad **BARAJAS**
VIEJO Mpio. De Pénjamo Gto. ,que creyeron y también a los
que no creyeron en verdad muchas gracias a todos y a cada
uno de ellos.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria " Antonio Narro "** por haberme brindado las bases del saber a través de sus profesores.

Al **Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera,** por haber confiado y darme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación.

Al **Ing. Modesto Colín Rico,** por su disponibilidad para ser parte del jurado calificador y por el apoyo que me brindo en la revisión del presente.

A la **Q.F.B. Ma. Elena González Guajardo,** por su apoyo y disponibilidad en la revisión de esta investigación de tesis.

Al **Ing. Raymundo Betancourt Corvera,** que de cierta manera contribuyo en la finalización de este trabajo.

A la **Lic. Sandra López Betancourt,** por su asesoría brindada en este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
Dedicatoria	i
Agradecimientos	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo.....	4
Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
Aspectos forrajeros.....	5
Producción de maíces con alta calidad de proteína...	12
Ensilaje.....	15
Ventajas del ensilado.....	16
Calidad del ensilaje.....	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
Área de estudio.....	22
Siembra.....	22
Material genético.....	24
Procedimiento experimental.....	28
Variables evaluadas en campo.....	28
Fase de laboratorio.....	30
Variables evaluadas.....	30
Análisis estadístico.....	33

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
V. CONCLUSIONES.....	45
VI. RESUMEN.....	46
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	48

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 3.1. Ensayo de cruzas simples de maíz amarillo en 1999.....	24
Cuadro 3.2. Ensayo de cruzas simples de maíz amarillo en 1999.....	25
Cuadro 3.3. Ensayo de cruzas simples de maíz amarillo en 1999.....	26
Cuadro 3.4. Ensayo de cruzas simples de maíz amarillo en 1999.....	27
Cuadro 4.1 Coeficiente de correlación entre rendimiento y nueve características de calidad en catorce híbridos de maíz QPM amarillo en 1999.....	36
Cuadro 4.2 Coeficiente de correlación entre rendimiento y ocho características de calidad en treinta y siete híbridos de maíz QPM amarillo en 1999.....	38
Cuadro 4.3 Coeficiente de correlación entre rendimiento y nueve características de calidad en treinta y cinco híbridos de maíz QPM amarillo en 1999.....	40
Cuadro No.4 Coeficiente de correlación entre rendimiento y nueve características de calidad en veinte híbridos de maíz QPM amarillo en 1999.....	42

Cuadro No.5 Coeficiente de correlación entre el total de rendimiento y nueve características de calidad en ciento ocho híbridos de maíz QPM amarillo en 1999.....

.....

44

I. INTRODUCCION

Entre los cultivos que merecen estudio con el propósito de forraje se encuentra el maíz, ya que se encuentra sembrado en todo el mundo, esta planta se usa como fuente de alimento para ganado al cual se le da en forma de forraje verde o grano. El maíz forrajero es una de las alternativas con que se cuenta en épocas donde escasea el forraje, además de ser ideal para ensilar, contiene cantidades relativamente grandes de carbohidratos disponibles. Es uno de los cultivos que ocupa uno de los primeros lugares entre todas las cosechas que se destinan a la alimentación humana y un sitio muy predominante en la alimentación animal.

El maíz es la planta forrajera que produce más energía por unidad de superficie. Su principal desventaja es la baja proteína y calcio. Del total de la planta, la mazorca aporta un 50% de la materia seca y alrededor de un 70% de los nutrientes. El proceso de acumulación de materia seca se acelera luego del desarrollo inicial de las hojas. A partir del grano lechoso, la acumulación es mayor, alcanzando el máximo cuando la planta alcanza la madurez

fisiológica. La producción de forraje es esencial como fuente económica de alimento para el desarrollo de las cuencas lecheras en México. El maíz es el principal cultivo del pueblo mexicano no solo por los altos rendimientos por superficie, su alto contenido de carbohidratos disponibles y su digestibilidad hace que el maíz forrajero se explote cada vez mas para este fin.

En el pasado, la selección de cultivares de maíz para ensilaje se basaba únicamente en el potencial de producción; sin embargo hoy día se ve con satisfacción que el productor basa su selección en el potencial de producción de materia seca digestible, contenido de proteína cruda, energía neta de lactancia, o algún otro parámetro que pueda estar relacionado con la calidad del ensilaje.

En la actualidad es reconocido que se debe seleccionar cultivares de maíz especialmente para producción de forraje, ya que se buscan determinadas características de la planta de maíz que presentan diferencias si el cultivo es para producción de grano o para forraje. En los procesos de mejoramiento del maíz, el mayor contenido de grano por planta se acompaña con tallos más resistentes con el fin de

evitar el quebrado de la planta y por consiguiente el vuelco de la misma. Este proceso de mayor resistencia se logra incrementando el contenido de lignina en el tallo de la planta, lo que conduce a una disminución de la digestibilidad del forraje y por tanto a una reducción del consumo voluntario por los animales.

Un maíz especializado para ensilaje debe estar equilibrado en producción y en calidad del forraje. La calidad se ve influenciada por bajo contenido de fibras, alta digestibilidad y alta energía neta de lactancia. De esta forma el fitomejorador debe seleccionar aquellos maíces que produzcan mayor cantidad de forraje sin descuidar su calidad nutritiva; por lo que es necesario estudiar el grado de asociación entre las características involucradas en la producción de forraje y la calidad del mismo, y utilizar la información durante el proceso de fitomejoramiento.

OBJETIVO

El objetivo del presente es estudiar la relación entre caracteres de producción de forraje y caracteres de calidad.

HIPOTESIS

- ✓ Dentro de los híbridos evaluados, al menos uno posee mejor rendimiento de forraje.

- ✓ De los híbridos analizados, al menos uno posee características de calidad forrajera.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Aspectos forrajeros

La selección de híbridos de maíz es una de las decisiones más importantes en la producción de este cultivo para ensilaje. Los estudios en la región, indican que la producción de los híbridos de maíz puede estar asociada en forma positiva, con la altura de las plantas y los días a cosecha, desafortunadamente, también puede existir una relación negativa entre la altura de las plantas y los días a la cosecha con la digestibilidad *in vitro* y la energía neta de lactancia del forraje. En general, los forrajes son las parte vegetativa 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 en forma física tosca partículas de más de 1 ó 2 mm de longitud.

Morrison (1956) emplea la denominación de forraje de maíz para designar a las plantas frescas o disecadas, que se han producido para obtener forraje, con todas sus mazorcas si ya se formaron. Los forrajes son plantas o

partes de la planta expresamente cultivadas para la alimentación del ganado.

Flores (1980) menciona que la denominación de forraje se emplea para referirse a las plantas frescas o disecadas que se producen para obtenerlo.

Martens (1987) dice, las leguminosas son bajas en fibra neutro detergente con relación a los cereales que son altos y estos proporcionan más fibra digestible por kilogramo de materia seca.

Harrison y Johnson (1998) recomiendan una densidad de siembra de 100 000 plantas por hectárea para obtener el mayor rendimiento de materia seca por hectárea, 80 000 plantas por hectárea para optimizar producción de forraje y digestibilidad de materia seca; esta última densidad de plantas, es la más recomendada para la REGIÓN LAGUNERA.

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

Jugenhermer (1980) menciona que el maíz como cultivo forrajero comprende el forraje verde, el rastrojo y el ensilaje. El forraje verde está constituido por la planta completa fresca o cruda; el rastrojo comprende la planta seca de maíz sin mazorca. En muchas regiones se corta la planta completa cuando esta verde y se le da a los animales o se seca adecuadamente se pica y almacena, es ideal para ensilaje. En algunos países las hojas de las puntas de las plantas se cortan y se usan como forraje.

Stephen y Smith (1977) indican que para obtener buenos rendimientos por hectárea, la planta se debe cortar después de la formación de las espigas en cuya época la producción de carbohidratos fermentables es alta y la cantidad de proteína es relativamente baja. Quiere decir que en este momento las condiciones son favorables para obtener una rápida producción de ácido láctico que se asegura una adecuada preservación.

Aldrich y Leng (1974) indican que el ensilaje de maíz de calidad debe poseer; energía elevada y abundancia de grano, lo que significa que fue cortado lo suficiente tarde como para alcanzar casi el máximo rendimiento. Buena palatabilidad, lo que se obtiene cortando el cultivo en el

momento adecuado y ensilado correctamente. Buena calidad de conservación, sin hongos. Estos se evitan cosechando antes que el cultivo este demasiado seco, picándolo hasta dejarlo tan corto para obtener una buena compactación. El contenido de nitratos no debe ser tan elevado que llegue a constituir un problema.

Struik (1984) describe las características morfológicas y fisiológicas propias de un genotipo ideal de maíz forrajero propio para el clima y las practicas de cultivo del Noreste de Europa. Este ideotipo de maíz forrajero deberá: rendir un máximo y una cantidad de materia digerible orgánica estable, ser fácil de cosechar y de preservar, ser nutritivo, de buena palatabilidad y permitir alta producción de materia seca, ser eficientemente utilizable por el animal.

Estas demandas pueden ser consideradas dentro de algunas características modelo que Struik discute en su escrito:

- ◆ alto rendimiento de materia seca
- ◆ baja susceptibilidad a plagas y enfermedades,
- ◆ tallo bajo, grueso y sistema de raíces superior,

- ◆ composición óptima de contenido celular,
- ◆ baja cantidad de constituyentes de la pared celular,
- ◆ potencial alto de digestibilidad de la pared celular,
- ◆ una determinada proporción de mazorca en la materia seca y
- ◆ un nivel moderado de carbohidratos solubles en agua en el follaje.

Hunter (1985) informa de un estudio conducido para determinar la relación entre rendimiento de grano y el rendimiento de materia seca de la planta entera y calidad determinada en el estado de cosecha para ensilado; y reporta los resultados preliminares de un programa de selección recurrente dirigido a mejorar el germoplasma para producción de ensilaje, concluyendo que la selección de líneas S1 basada sobre el rendimiento de la planta entera en ensayos de ensilado fue más efectiva en incrementar el rendimiento de materia seca total que la selección de líneas S1 basada sobre rendimiento de grano en ensayos de producción.

Rutger y Crowder (1967) evaluaron para rendimiento de grano y de forraje seis híbridos de maíz en dos localidades durante tres años en densidades de 40, 50, 60, 70 y 80 mil plantas por hectárea; en lo referente al forraje encontraron que el rendimiento de materia seca de forraje se incrementa a medida que las densidades de plantas fueron mayores, obteniendo el rendimiento mayor en 80 mil plantas por hectárea que estadísticamente fue igual al de 70 mil. El porcentaje de materia seca en el forraje no sufrió cambio a través de las densidades y el porcentaje de grano en el forraje fue más alto en 50 mil plantas por hectárea (0.429), mientras que en 80 mil plantas por hectárea fue más bajo (0.329). También la interacción densidad por localidad fue significativa.

Jugenheimer (1959) menciona que el maíz puede aprovecharse como cultivo forrajero, constituido por toda la planta fresca o parcialmente desecada, el rastrojo está constituido por la caña y las hojas secas sin mazorca.

Howell *et al.* (1998) reportaron que híbridos de maíz con menos días a cosecha (más precoces) tuvieron menos rendimiento de materia seca por hectárea que híbridos más tardíos.

Graybill *et al.* (1991) señalaron que el mayor rendimiento de materia seca por hectárea en híbridos de maíz más tardíos y altos se debe al mayor número de hojas, índice de área foliar y duración de la misma.

Cummins y Dobson (1973) reportaron también una alta digestibilidad en híbridos de maíz precoces. En diversos experimentos se ha observado que las plantas de híbridos precoces tienen mayor producción de mazorcas y proporción de grano (Cross *et al.*, 1987; Russell *et al.*, 1992). De manera similar, en la Región Lagunera, los híbridos más precoces (con menos días a la cosecha) tuvieron mayor porcentaje de mazorca, lo cual se explicó en cierto grado por su mayor digestibilidad y energía neta de lactancia.

Juscafresca (1983) dice que el maíz es una planta de las más importantes para el ganado, 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.

Producción de maíces con alta calidad de proteína.

Mertz (1963) anunció el descubrimiento de un maíz rico en lisina: el opaco 2 encontrado en uno de cuatro maíces harinosos.

Poey (1969) indicó que el gen o_2 , reduce el peso y la densidad del grano en comparación con el maíz normal.

Mertz, Bates y Nelson (1964) reportaron el efecto modificador del gene o_2 sobre la calidad de proteína de maíz, al inhibir la síntesis de la zeína y aumentar notablemente el porcentaje de otras fracciones de proteína ricas en lisina y triptófano en el endospermo.

Villegas (1971) Sugirió un método de mejoramiento de la proteína para hacer uso máximo de los efectos aditivos de los genes modificadores o_2 .

Hernández y Bates (1969) mencionan que la calidad de la proteína se ha mejorado notablemente por medio de la incorporación del gene o_2 , a maíces adaptados. Caracteres recomendados para incrementar el rendimiento y calidad del maíz como forraje.

Wesleey y Kezar (1998) concluyen que el potencial de grano del ensilaje de maíz resultante, debe ser el principal criterio a considerar cuando se seleccione híbridos para maíz forrajero. Otros criterios complementarios son; el tiempo de madurez, la tolerancia a plagas, enfermedades y en especial a la sequía.

Rodríguez (1985) señala que los caracteres agronómicos más estrechamente relacionados con el rendimiento final de forraje de 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.

Tovar y Arellano (1999) aseguran que en el tallo se encuentra la mayor cantidad de fibras y lignina reduciendo la digestibilidad, por lo tanto es recomendable tener tallos más finos y que permitan que el grano llegue a línea de leche, con la planta aún verde (Internet 1).

Amaya et al. , (2001) concluye 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, así como la fertilidad química, las condiciones ambientales, etc.

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.

Van Soest (1998) asegura que el valor nutritivo de los granos de maíz o sorgo radica en su contenido de grano.

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 numero 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, realizan 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.

Ensilaje.

Queipo (1967) define el ensilado como una forma de conservar los forrajes verdes hasta el momento de ser consumido, sufriendo una fermentación.

Martínez (1980) define al ensilaje, como el forraje verde que ha sido conservado en un deposito con la menor cantidad de aire, en donde gracias a una fermentación conserva sus cualidades como forraje, favoreciendo la alimentación del ganado.

Ventajas del ensilado

Queipo (1967) menciona las siguientes ventajas del ensilado.

- ✓ Obtención de altas cantidades de forraje por unidad de superficie y por la utilización de mano de obra.
- ✓ Es la mejor manera de conservar el caroteno de plantas verdes, mejorando los productos lácteos en vitamina A.
- ✓ La disponibilidad de forraje en cualquier época del año.
- ✓ Ablanda los tallos leñosos, favoreciendo el aprovechamiento de todo el forraje por el ganado.
- ✓ Existe menos pérdida de forraje que con cualquier otro método.

Calidad del ensilaje

La calidad final del forraje conservado, depende del material genético, del cuidado del cultivo y momento de corte, etc.

Ensminger (1980) agrega que un forraje de buena calidad es el que posee las características físicas y químicas asociadas comúnmente al buen sabor y además

abundancia de nutrientes. Los factores físicos más importantes de calidad que pueden ser estimados en la practica son: estado de madurez cuando se corta, porcentaje de hoja, color verde, flexibilidad del tallo, aroma y carencia de sustancias extrañas.

Vázquez (1988) Evaluó 26 genotipos de maíz forrajero en el campo experimental de la Laguna, Coahuila (CAELALA) con el objetivo de conocer el potencial de rendimiento y capacidad de adaptación basándose en las características agronómicas y la calidad forrajera de los genotipos de maíz. Encontrando que la calidad forrajera de materia seca fluctúa entre 92.76 y 93.52 porciento. Además de los genotipos de mayor altura de planta no estuvieron entre los mejores rendimientos, mientras que la tercera mejor altura fue la de mayor rendimiento de forraje junto con altura de planta de maíz intervienen otros factores.

Fairey (1982) investigo la relación entre el contenido de grano (índice de cosecha) y calidad de forraje (CFM) encontró que el contenido de materia seca (MS) de toda planta de maíz fue marcadamente afectada por la madurez del híbrido y por la calidad; la más alta densidad de población (100 000 plantas/ha) no suprimió el contenido de materia

seca de toda la planta. El estudio revela la influencia dominante de la madurez del híbrido sobre el rendimiento y la calidad de toda la planta y sobre todo los componentes de paja del forraje de maíz. La digestibilidad de la materia seca de toda la planta de maíz fue significativa, pero no estrechamente la digestibilidad de la paja se correlacionó universalmente con el índice de cosecha ($r=-0.45$, $n=2.88$), indicando que el valor nutritivo de la paja declinó al incrementar el desarrollo de grano.

Zúñiga (1993) selecciono híbridos con alto potencial forrajero en forma combinada para calidad y cantidad. Comparó tres etapas de cosecha (verde, rastrojo y ensilado) para determinar cual es la óptima en cuanto a cantidad y calidad forrajera. Concluyendo que la calidad forrajera es diferente en las distintas partes de la planta, ya que, el corte hecho arriba de la mazorca posee mas grasa y proteína que en el corte realizado debajo de la mazorca, pero por otro lado el tallo es la parte de la planta que mas fibra cruda posee. La calidad forrajera fue diferente en las distintas modalidades de cosecha ya que el forraje verde posee mas grasa y proteína que el rastrojo, pero menos que el ensilaje; mientras que el rastrojo posee mas fibra cruda que el forraje verde y el ensilado.

Penderson *et al* (1983) mencionaron algunos factores que afectan a calidad del ensilaje, como son el porcentaje de materia seca al tiempo de ensilar, concentración de ácido láctico, la cantidad de amonio y la disponibilidad de carbohidratos fermentables. La descomposición de proteínas en amonio se considera perjudicial para la calidad del forraje por que se reduce la palatabilidad.

Nuñez (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. La buena palatabilidad se obtiene cortando el cultivo en el momento oportuno y ensilándolo adecuadamente. 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.

Allen *et al* (1991) concluyeron que la calidad del maíz es intermedia de 8 - 11 % de proteína cruda. Durante el proceso de ensilado estos contenidos de proteína cruda

decrecían por la misma fermentación del silo; en la Comarca Lagunera se ha encontrado que hay una pérdida de un 40% de la proteína por diferencias en la compactación y por ensilar forraje demasiado seco, fluctuando la proteína disponible de un 3 a un 7 %.

Lang (1976) señaló que no puede esperarse que el mejor híbrido produzca un cultivo de elevado rendimiento y de buena calidad a menos que los nutrientes de la planta estén presentes en amplias cantidades y en el balance adecuado.

Hujens (1997) dice que la calidad de un forraje depende de su composición química, estado de madurez, condiciones de desarrollo y cosecha, relación de tallo - hoja y aceptación por los animales, dependiendo del color, textura y olor que adquiriera el forraje.

La calidad final del forraje conservado depende del material genético, del cuidado del cultivo, momento de corte y de las condiciones de almacenamiento (INTERNET 2).

Cruz (1989) trabajó con diferentes variedades de maíz forrajero, concluyendo que, los maíces forrajeros de alto contenido de proteína no son siempre los de mayor rendimiento.

Howarth y Glopen (1983) concluyen que la composición nutritiva, digestibilidad, aceptabilidad y ausencia de elementos antinutritivos son las principales características de forraje. Indico que el mejoramiento orientado a la calidad forrajera es lento a largo plazo, pero pequeños avances en la digestibilidad pueden ser un mejoramiento substancial en la productividad animal.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

La presente investigación experimental se llevó a cabo en el "Rancho Ampuero" el cual se encuentra ubicado a las orillas de la ciudad de Torreón Coahuila, cuyas características geográficas y climáticas son las siguientes:

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

Siembra

Para la realización de la siembra se utilizo una densidad de población de 80 000 plantas /Ha. La siembra se realizo el 25 de abril, la parcela útil consistió de 20 plantas sembradas a 16 cm de distancia y entre surco a 75 cm de ancho, se fertilizó utilizando la formula 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 aplico un riego de presiembra y tres de auxilio. Posteriormente se procedió a identificar los caracteres agronómicos a evaluar y finalmente se realizó la cosecha a los 100 días

Material genético.

Los materiales que se utilizaron fueron los siguientes:

Cuadro 3.1. Ensayo de cruzas simples de maíz amarillo en 1999.

Clave	Cruzas Experimentales
01	(ANAF-20*ANAF-22)
02	(ANAF-21*ANAF-20)
03	(ANAF-20*ANAF-28)
04	(ANAF-21*ANAF-25)
05	(ANAF-21*ANAF-26)
06	(ANAF-21*ANAF-27)
07	(ANAF-22*ANAF-29)
08	(ANAF-22*ANAF-30)
09	(ANAF-22*ANAF-31)
10	(ANAF-23*ANAF-21)
11	(ANAF-24*ANAF-21)
12	(ANAF-24*ANAF-22)
13	(ANAF-24*ANAF-23)
14	(ANAF-24*ANAF-28)

Cuadro 3.2. Ensayo de cruzas simples de maíz amarillo en 1999.

Clave	Cruzas experimentales	Clave	Cruzas experimentales
01	(ANAF17 * ANAF 08)*ANAF 20	21	(ANAF02 * ANAF 05)*ANAF 20
02	(ANAF09 * ANAF 11)*ANAF 20	22	(ANAF05 * ANAF 06)*ANAF 20
03	(ANAF12 * ANAF 10)*ANAF 20	23	(ANAF02 * ANAF 07)*ANAF 20
04	(ANAF03 * ANAF 05)*ANAF 20	24	(ANAF02 * ANAF 07)*ANAF 13
05	(ANAF14 * ANAF 16)*ANAF 20	25	(ANAF02 * ANAF 05)*ANAF 13
06	(ANAF15 * ANAF 18)*ANAF 21	26	AN-447 IMM-UAAAN
07	(ANAF15 * ANAF 18)*ANAF 27	27	ASGROW-7545
08	(ANAF22 * ANAF 11)*ANAF 33	28	AN-444 IMM-UAAAN
09	(ANAF03 * ANAF 05)*ANAF 13	29	CARGILL-343
10	(ANAF07 * ANAF 02)*ANAF 13	30	AN-445 IMM-UAAAN
11	(ANAF22 * ANAF 11)*ANAF 04	31	ASGROW-7575
12	(ANAF11 * ANAF 29)*ANAF 27	32	PIONEER-3066
13	(ANAF11 * ANAF 29)*ANAF 33	33	DEKALB-869
14	(ANAF28 * ANAF 30)*ANAF 21	34	GARST-8285
15	(ANAF28 * ANAF 30)*ANAF 27	35	ASGROW-7573
16	(ANAF28 * ANAF 30)*ANAF 04	36	H-358 INIFAP
17	(ANAF25 * ANAF 34)*ANAF 21	37	CERES TORNADO
18	(ANAF32 * ANAF 26)*ANAF 24		
19	(ANAF19 * ANAF 05)*ANAF 24		
20	FORRAJERO 1		

Cuadro 3.3. Ensayo de cruzas simples de maíz amarillo en 1999.

Clave	Cruzas experimentales	Clave	Cruzas experimentales
01	(ANAF-01 * ANAF-02)	19	(ANAF-10 * ANAF-01)
02	(ANAF-01 * ANAF-03)	20	(ANAF-10 * ANAF-02)
03	(ANAF-01 * ANAF-06)	21	(ANAF-11 * ANAF-08)
04	(ANAF-02 * ANAF-07)	22	(ANAF-12 * ANAF-09)
05	(ANAF-02 * ANAF-08)	23	(ANAF-12 * ANAF-10)
06	(ANAF-03 * ANAF-05)	24	(ANAF-12 * ANAF-11)
07	(ANAF-04 * ANAF-02)	25	(ANAF-12 * ANAF-13)
08	(ANAF-05 * ANAF-01)	26	(ANAF-13 * ANAF-01)
09	(ANAF-05 * ANAF-02)	27	(ANAF-13 * ANAF-02)
10	(ANAF-05 * ANAF-04)	28	(ANAF-13 * ANAF-03)
11	(ANAF-05 * ANAF-06)	29	(ANAF-15 * ANAF-05)
12	(ANAF-06 * ANAF-07)	30	(ANAF-15 * ANAF-06)
13	(ANAF-06 * ANAF-01)	31	(ANAF-15 * ANAF-07)
14	(ANAF-06 * ANAF-03)	32	(ANAF-15 * ANAF-08)
15	(ANAF-08 * ANAF-07)	33	(ANAF-16 * ANAF-04)
16	(ANAF-08 * ANAF-09)	34	(ANAF-16 * ANAF-04)
17	(ANAF-09 * ANAF-01)	35	FORRAJERO 1
18	(ANAF-09 * ANAF-02)		

Cuadro 3.4. Ensayo de cruzas simples de maíz amarillo en 1999.

Clave	Cruzas experimentales
01	(89) (G25Qc1 (STE) 18S5/Mo176o2/o2 2-B-B) -B-4-4-2-2-4 x CML193
02	(89) (G25Qc1 (STE) 18S5/Mo176o2/o2 2-B-B) -B-4-4-1-1-5 x CML193
03	(89) (G25Qc1 (STE) 18S5/Mo176o2/o2 2-B-B) -B-4-4-2-6-1 x CML193
04	(89) (G25Qc1 (STE) 18S5/Mo176o2/o2 2-B-B) -B-4-4-2-1-5 x CML193
05	(89) (G25Qc1 (STE) 18S5/Mo176o2/o2 2-B-B) -B-4-4-2-3-5 x CML193
06	(89) (G25Qc1 (STE) 18S5/Mo176o2/o2 2-B-B) -B-4-1-1-6-1 x CML193
07	CML193 x (89) (G25Qc1 (STE) 18S5/Mo17 6 o2/2 2-B-B) -B-4-4-1-1-2
08	(89) (G25Qc1 (STE) 18S5/Mo176o2/o2 2-B-B) -B-4-4-2-2-6 x CML193
09	CML193 x P1 P69Q c6 HC13-1-4-5-B-B-B
10	(G26Q c18MH134-4-3-#-#-#-#-2-B-B x CML 161) x Do940 Y
11	(G26Q c18MH134-4-3-#-#-#-#-2-B-B x CML 161) x Do940 Y
12	(G33Qc25MH103-3-1-5-1-B-B x G34c22MH135-4-2-B-B-4-B-B-B) x CML 165
13	(CML161 X CML165) x (89) (G25Qc1 (STE) 18S5/Mo17 6 o2/o2 2-B-B) -B-4-4-1-1-2
14	(CML161 X CML170) x (89) (G25Qc1 (STE) 18S5/Mo17 6 o2/o2 2-B-B) -B-4-4-2-1-5
15	(CML161 X CML164) x (89) (G25Qc1 (STE) 18S5/Mo17 6 o2/o2 2-B-B) -B-4-4-2-2-4
16	(CML161 X CML188) x (89) (G25Qc1 (STE) 18S5/Mo17 6 o2/o2 2-B-B) -B-4-4-2-2-6
17	(CML189 X CML162) x (89) (G25Qc1 (STE) 18S5/Mo17 6 o2/o2 2-B-B) -B-4-4-2-3-5
18	(CML161 X CML165) x (89) (G25Qc1 (STE) 18S5/Mo17 6 o2/o2 2-B-B) -B-4-1-1-6-1
19	AN-423
20	A 7597

Procedimiento experimental.

Para la evaluación de los materiales se estimó el coeficiente de correlación del rendimiento de forraje y energía neta de lactancia con el resto de caracteres que se enumeran enseguida.

VARIABLES EVALUADAS EN CAMPO.

Las variables que se consideraron fueron:

Rendimiento en verde de planta: Se obtuvo pesando diez plantas por parcela, posteriormente se obtuvo el rendimiento por hectárea multiplicando el valor medio del peso verde de la planta por la densidad de población que fue 80 000 plantas/Ha.

$$\text{RFV} = \text{PVP}/n \quad \times \quad \text{DS}$$

Donde:

RFV= Rendimiento de forraje verde.

PVP= Peso verde de la planta.

n= número de plantas.

DS= Densidad de Siembra.

Rendimiento en verde de mazorca: Después de pesar plantas completas se separaron los elotes para tomar el peso y se obtuvo el rendimiento por hectárea de igual manera que la planta completa.

$$\mathbf{RMV = PMV/n \times Ds}$$

Donde:

RMV= Rendimiento en verde de mazorca.

PMV= Peso de mazorca verde.

n= número de plantas muestreadas.

DS= Densidad de siembra.

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

$$\mathbf{RFS= MS \quad \times \quad RFV}$$

Donde:

RFS =Rendimiento de forraje seco

MS= Materia seca en kilogramos.

RFV= Rendimiento de forraje verde.

FASE DE LABORATORIO

Los análisis químicos se realizaron en la empresa LALA S. A. de C.V. la cual se encuentra situada en Torreón Coahuila, donde se evaluaron las muestras de material para realizar un análisis químico del contenido de las siguientes características de calidad:

Variables evaluadas.

- ✓ Proteína.
- ✓ Fibra ácido detergente (FDA).
- ✓ Fibra neutro detergente (FDN).
- ✓ Energía neta de lactancia (ENL).

Una vez realizado el análisis químico se obtuvieron los resultados y se estimaron la digestibilidad de materia seca, CMS, Valor relativo de forraje, Materia seca digestible con las siguientes formulas:

Digestibilidad de Materia Seca.

$$\text{DMS} = 88.9 - (0.779 \times \text{FAD})$$

Donde:

DMS= Digestibilidad de materia seca.

88.9= Constante.

0.779 = Constante.

FAD= Fibra ácido detergente.

Consumo Voluntario de Materia Seca

$$\text{CMS} = 120 / \text{FND}$$

Donde:

CMS = Consumo voluntario de materia seca.

120 = Constante.

FND = Fibra neutro detergente.

Valor relativo de forraje:

$$\text{VRF} = \frac{\text{DMS} \times \text{CMS}}{1.29}$$

Donde:

VRF= Valor relativo de forraje.

DMS= Digestibilidad de materia seca.

CMS= Consumo de materia seca.

1.29= Constante.

Materia Seca Digestible

$$\text{MSD} = \text{RFS} \times \text{DMS}$$

Donde:

MSD = Materia seca digestible.

RFS = Rendimiento de forraje seco.

DMS = Valor medio de digestibilidad de materia seca.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se estimo el coeficiente de correlación para cada una de las características agronómicas y de producción de los híbridos evaluados, cuya formula es la siguiente:

$$r = \frac{(\sum X)(\sum Y)}{[\sum XY - n]} \frac{1}{\sqrt{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} \sqrt{(\sum Y^2) - \frac{(\sum Y)^2}{n}}}$$

Donde:

X= desviación estándar de la variable x

Y= desviación estándar de la variable y

XY= producto de las desviaciones

$\sum XY$ = suma de productos

$\sum X^2$ = suma de los cuadrados medios de las desviaciones
de x

$\sum Y^2$ = suma de los cuadrados medios de las desviaciones
de y

n = numero de tratamientos

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La selección de híbridos de maíz para forraje se lleva a cabo principalmente por su rendimiento de materia seca por hectárea. Un aspecto importante es que el rendimiento de forraje y el valor energético de los híbridos de maíz es afectado por factores de manejo como la fecha de siembra, densidad de plantas y el estado de madurez entre otros, así como condiciones ambientales.

Los resultados de esta investigación fueron obtenidos de experimentos establecidos en la ciudad de Torreón, Coah. durante 1999. El número de tratamientos fue de ciento ocho híbridos repartidos en cuatro experimentos quedando de la forma siguiente: 1er.grupo 14 tratamientos, 2do grupo 37, 3er. grupo 35, y 4 grupo 20 y se midieron nueve (ocho en cuadro 2) caracteres agronómicos de calidad; rendimiento de planta en verde, rendimiento de mazorca en verde, rendimiento de forraje seco en planta, rendimiento de forraje seco en mazorca, proteína, FAD, FDN, ENL, y materia seca digestible.

Los coeficientes de correlación se aprecian en los cuadros 4.1,4.2,4.3,4.4,4.5 para cada grupo de híbridos.

Cabe mencionar que solamente se discutirá la variable rendimiento de materia seca en planta por hectárea correlacionando con características de calidad forrajera como proteína, fibra detergente neutro, fibra ácido detergente, energía neta de lactancia y materia seca digestible para cada caso.

Como se muestra en el cuadro 4.1, se encontró una asociación importante en rendimiento de forraje seco en planta con materia seca digestible ($r = 0.952$) la cual se asoció de manera altamente significativa y positiva; para el resto de las variables como proteína, fibra ácido detergente, fibra detergente neutra y energía neta de lactancia no mostraron correlación entre estas, por lo cual es necesario considerar ciertos factores como densidad, altura de planta así como factores ambientales que pudieran afectar el rendimiento de materia seca en planta.

Cuadro 4.1. Coeficiente de correlación entre rendimiento y nueve características de calidad en catorce híbridos de maíz QPM amarillo en el año 1999.

	Rend.fo rr.ver en planta	Rend.for r.verdr en mazorca	Rend.forr .seco en planta	Rend.for r.seco en mazorca	Proteína	FDA	FDN	ENL	MSD
Rend.forr.v er en planta	1	0.489	0.564	0.351	0.029	0.417	0.387	- 0.141	0.431
Rend.forr.v er en mazorca		1	0.831	0.623	0.167	- 0.017	0.042	- 0.013	0.534
Rend.forr.s ec en planta			1	0.881	0.177	0.066	0.153	- 0.172	0.952
Rend.forr.s eco en mazorca				1	0.272	- 0.156	- 0.038	0.026	0.908
Proteína					1	0.021	0.224	- 0.228	0.174
FDA						1	0.962	- 0.960	-0.238
FDN							1	- 0.996	-0.142
ENL								1	0.125
MSD									1

Coeficiente de correlación $r = 1$ o -1 . FDA = fibra ácido detergente, FDN = fibra detergente neutro, ENL = energía neta de lactancia, MSD = materia seca digestible.

Los resultados del coeficiente de correlación para el grupo de 37 híbridos se muestra en el cuadro 4.2 en el cual se observa que no se tuvo correlación entre rendimiento de materia seca en planta con ninguna de las variables con relación a proteína y fibra ácido detergente se observa tendencia positiva a la asociación, en tanto que fibra detergente neutro y energía neta de lactancia muestran tendencia negativa lo cual se pudiera deber a que los híbridos evaluados estuvieron sujetos a ciertas condiciones ambientales que posiblemente pudieran influenciar y afectar el rendimiento de forraje en seco en la planta y como posterior consecuencia su calidad forrajera.

Cuadro 4.2. Coeficiente de correlación entre rendimiento y ocho características de calidad en treinta y siete híbridos de maíz QPM amarillo en el año 1999

	Rend.forr.ve r en planta	Rend.forr.verd en mazorca	Rend.forr.seco en planta	Rend.forr.seco en mazorca	Proteína	FDA	FDN	ENL
Rend.forr.ver en planta	1	0.089	0.083	0.082	-0.043	0.269	0.301	-0.252
Rend.forr.ver en mazorca		1	0.946	0.950	-0.043	-0.033	-0.114	0.034
Rend.forr.sec en planta			1	0.940	0.040	0.014	-0.079	-0.015
Rend.forr.sec o en mazorca				1	-0.017	-0.033	-0.108	0.035
Proteína					1	-0.245	0.287	-0.958
FAD						1	0.957	-0.997
FDN							1	-0.958
ENL								1

Coefficiente de correlación $r = 1$ o -1 . FDA = fibra ácido detergente, FDN = fibra detergente neutro, ENL = energía neta de lactancia

En el cuadro 4.3, se muestra la correlación entre rendimiento de forraje seco en planta y materia seca digestible ($r = 0.926$) se tuvo variación importante asociada de manera positiva ya que para el resto de las variables no hubo correlación entre estas, aunque se tuvo una excepción para fibra detergente neutro que presento una tendencia ligera con el rendimiento aunque no muy importante, por lo tal esto pudiera ser afectado por condiciones climáticas, así como de manejo.

Cuadro 4.3. Coeficiente de correlación entre rendimiento y nueve características de calidad en treinta y cinco híbridos de maíz QPM amarillo en el año de 1999

	Rend.forr Verde en planta	Rend.forr verde en mazorca	Rend.forr.se co en planta	Rend.forr. seco en maz.	Proteín a	FDA	FDN	ENL	MSD
Rend.forr. ver.en planta	1	0.474	0.453	0.124	-0.129	0.412	0.415	0.165	0.447
Rend.forr. ver. en maz.		1	0.446	-0.127	-0.129	-0.413	0.148	0.198	0.498
Rend.forr. sec.enplan ta			1	0.078	-0.033	-0.060	0.062	- 0.171	0.926
Rend.Forr. seco en maz.				1	-0.181	0.030	0.014	0.283	- 0.022
Proteína					1	-0.148	- 0.160	- 0.348	0.060
FAD						1	0.991	- 0.337	- 0.131
FDN							1	0.377	- 0.131
ENL								1	0.371
MSD									1

Coeficiente de correlación $r = 1$ o -1 . FDA = fibra ácido detergente, FDN = fibra detergente neutro, MSD = materia seca digestible.

Como se muestra en el cuadro 4.4 para rendimiento de forraje seco en planta se observó una tendencia importante aunque no significativa con fibra ácido detergente($r = -0.328$), fibra detergente neutro($r = -0.301$) las cuales estuvieron asociadas en forma negativa, en contra parte la variable materia seca digestible ($r = 0.327$) se correlaciono de manera positiva, igual tendencia se observa para energía neta de lactancia ($r = 0.284$), en cuanto a proteína, solo mostró una tendencia mínima hacia una asociación negativa($r = -0.011$) lo cual pudo ser ocasionado por ciertos factores, tanto de manejo como ambientales.

Cuadro 4.4. Coeficiente de correlación entre rendimiento y nueve características de calidad en veinte híbridos de maíz QPM amarillo en el año 1999

	Rend. forr. Verde en planta	Rend. forr. verde en mazorca	Rend. forr. seco en planta	Rend. forr. seco en mazorca	Proteína	FDA	FDN	ENL	MSD
Rend. forr. ver en planta	1	0.069	0.492	0.239	0.000	- 0.104	- 0.254	0.366	0.104
Rend. forr. ver en mazorca		1	-0.009	0.541	0.149	- 0.131	- 0.093	0.180	0.131
Rend. forr. sec en planta			1	0.173	-0.011	- 0.328	- 0.301	0.284	0.327
Rend. forr. seco en mazorca				1	-0.256	- 0.051	- 0.155	0.322	0.050
Proteína					1	- 0.630	- 0.336	0.179	0.630
FDA						1	0.849	0.159	- 0.999
FDN							1	0.162	- 0.849
ENL								1	0.834
MSD									1

Coeficiente de correlación $r = 1$ o -1 . FDN = fibra detergente neutro, MSD = materia seca digestible. FDA = fibra ácido detergente

En el cuadro 4.5 se presenta el resultado conjunto de los cuatro grupos donde se muestra que los híbridos con mayor rendimiento de materia seca por hectárea fueron diferentes a los que tuvieron mayor digestibilidad. En general, el coeficiente de correlación de rendimiento y las características de calidad agronómica fueron similares a pesar de que se evaluaron híbridos diferentes para cada grupo. De esta manera se desprende que rendimiento de forraje seco en planta mostró una asociación negativa con fibra detergente neutro ($r = -0.359$) lo mismo que fibra ácido detergente ($r = -0.231$) y una asociación de forma positiva con la variable energía neta de lactancia ($r = 0.382$) ya que para el resto de variables no mostraron correlación que pudiera ser significativa. Estos resultados sugieren que para identificar poblaciones de alta calidad forrajera con fines de mejoramiento, es necesario estudiar híbridos que posean un porcentaje equilibrado de mazorca con rendimiento de forraje.

Cuadro 4.5. Coeficiente de correlación entre el total de rendimiento y nueve características de calidad en ciento ocho híbridos de maíz QPM amarillo en el año de 1999

	Rend. for r. Verde en planta	Rend. forr. Verde en mazorca	Rend. forr. seco en planta	Rend. forr. seco en mazorca	Proteí na	FDA	FDN	ENL	MSD
Rend. forr. v er en planta	1	0.199	-0.157	0.865	-0.044	- 0.301	0.321	0.488	0.156
Rend. forr. v er en mazorca		1	-0.030	0.243	-0.067	0.068	0.130	0.004	- 0.399
Rend. forr. s ec en planta			1	-0.233	-0.047	- 0.231	- 0.359	0.382	- 0.162
Rend. forr. s ec en mazorca				1	-0.045	0.271	0.304	0.502	- 0.158
Proteína					1	- 0.153	- 0.167	0.136	- 0.033
FDA						1	0.959	- 0.253	0.153
FDN							1	- 0.361	0.173
ENL								1	0.356
MSD									1

Coeficiente de correlación $r = 1$ o -1 . FDA = fibra ácido detergente, FDN = fibra detergente neutro, ENL = energía neta de lactancia, MSD = materia seca digestible.

V. CONCLUSIONES

En general los valores encontrados para las correlaciones fueron muy bajos con excepción de la correlación entre rendimiento de materia seca por hectárea con materia seca digestible siendo el mejor $r = 0.952$ (Cuadro 4.1), seguido de $r = 0.923$ (Cuadro 3) y en menor relación $r = 0.327$ (Cuadro 4).

Los valores de fibra detergente neutro y fibra ácido detergente (FDA y FDN) estuvieron asociados de manera negativa con el rendimiento de forraje seco en planta en híbridos de maíz (Cuadro 4) así como en el de los resultados conjunto de los cuatro grupos (Cuadro 5).

Al no existir correlación entre las características de rendimiento y calidad forrajera significa que se heredan en forma independiente por lo que se debe realizar un programa de selección simultaneo para esas características.

VI. RESUMEN

El objetivo fue estudiar la relación entre caracteres de producción de forraje y caracteres agronómicos de calidad. Se estableció el experimento durante el ciclo primavera - verano de 1999 en la localidad de Torreón Coahuila, se sembraron 108 híbridos de maíz (*Zea mays* L.) a una densidad de 80, 000 plantas /ha. , el día 25 de Abril. La fertilización fue 100 - 100 - 80, dándose cuatro riegos. La cosecha se realizó cuando la línea de leche presentó un avance de 1/3 del grano.

El trabajo fue realizado en dos fases, una de ellas denominada fase de campo, donde las variables evaluadas fueron: rendimiento en verde de planta en ton/ha, rendimiento en verde de mazorca en ton/ha, rendimiento de forraje seco en ton/ha. La segunda fue denominada fase de laboratorio la cual se llevó acabo en los laboratorios de la empresa LALA, en Torreón Coahuila, donde se analizaron químicamente caracteres de calidad: proteína cruda, fibra ácido detergente, fibra neutro detergente y energía neta de lactancia. El grupo 1 y 3 presentaron mayor correlación en rendimiento de forraje seco en

planta asociado positivamente con materia seca digestible ($r = 0.952$, $r = 0.926$). En los cuatro grupos se detectaron diferencias con relación a rendimiento de forraje seco en planta entre características de calidad, aunque por lo general los valores encontrados no estuvieron correlacionados significativamente.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Aldrich, S. R. y E. R. Leng. (1974). Producción Moderna de Maíz. Editorial Hemisferio Sur. Pp.263.

Allen, M.S., K.A O'Neil, D, G. Main, and J.Beck. (1991). Relationship among yield and quality traits of corn hybrids for silage. J. Dairy. Sci. 74 (suppl.1): 221.

Amaya C.J, Reta S.D, y Gaytán M.A (2001) Sistemas de producción para incrementar la Productividad y Sustentabilidad de Maíz en la Comarca Lagunera.Fomento y Sanidad Vegetal de la Comarca Lagunera y Fundación Produce Coahuila.

Cross H. Z., J. Tonyekamen, and L.Brun. (1987). Plant density, maturity and proloficity effects on early maize. Can. J. Plant Sci.67: 35 - 42.

Cruz C. A. (1989). Análisis químico y digestibilidad in *Vitro* de 16 variedades de Maíz(*Zea maíz* L.) cultivado para forraje y ensilado. Tesis Lic. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.

Cummins, D. G. and J. W. Dobson Jr. (1973). Corn for silage as influenced by hybrid maturity, rows spacing, plant population, and climate. Agron. J. 65:240-243.

Ensminger. (1980). Zootecnia General. 3ra.Ed. en español. Ed. Argentina. P 396-397.

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

Flores, M J. (1980). Bromatología Animal. Editorial Limusa. 2^a Edición. México. Pp 311-322.

Graybill, J. S., W. J, and D. J. Otis. (1991). Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date, and plant density. Agron. J. 83:559-564.

Hallauer, A. R. y J. B. Miranda (1988). Quantitative Genetics in Maize Breeding. 2^a Edition. Iowa State University Pree/Ames. Pp. 52-64.

Harrison, y J. H. L. Johnson. (1996). Effects of harvest maturity of wole plant of silage on milk Production and

component yield and passages of corn grain and starch en to feces, J, Dairy Sci. 79:149.

Hernández y Bates. (1969). Mencionan que la calidad de la proteína se ha mejorado notablemente por medio de la incorporación del gene 02 a maíces adaptados

Howarth, R. E. and R. B. Glopen. (1983). Improvement of forage quality throug production management and plant breeding. Can. J. Plant Sci. 63:895-902.

Howell, T. A., J. A. Tolk, A. D.Schneiders, and S. R Evett. (1998). Evapotranpiration, yield, and water use efficiency of corn hybrids differing in maturity. Agron. J. 90:3-9.

Hujens M.F. (1997). Evaluating effective Fiber. Four states Applied Nutrition and Management Conference Proc. La Crosse, Wl. P.12.

Hunter, R.B. (1985). Selecting hybrids for Silage maize production - a Canadian experience. Breeding of silage maize. 13th Congress of the Maize and Sorghum section of Eucarpia. Book de Abstracts. P. 15. Wageningen. Netherlands.

Jugenheimer, R.W. (1981). Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Editorial Limusa. Pp.39.

Jugenheimer, R.W. (1959). Obtención de maíz híbrido y producción de semillas. Colección FAO. Cuadernos de fomento agropecuario. Pp. 28-155.

Juscafresca. R.W. (1983). Forrajes, Fertilizantes y Valor Nutritivo. Editorial AEDOS. España. Pags 85 - 88.

Lang. H.A. (1976). Efecto de la Densidad de Siembra sobre el Rendimiento de Grano y Caracteres Agronómicos en Variedades Enana y Normales de Maíz en Apodaca N. L. ITESM. Tesis de Lic.

Martens, H. (1987). Studies on the absorption of Sodjuent Chloride from de rumens of sheep. Comp. Biocham. Physiologi.

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

Mertz, Bates y Nelson. (1964). Genes Mutantes y Cambios en la Composición de Proteína y Lisina en el Endospermo, Traducido al Español por García Vega.

Miller, J. E. (1983) Serial Measures of Dry Matter Accumulation and Forage Quality of Leaves, Stralk and ears of tree com hybrids. Agronomy Journal 9:751-754.

Morrison, F. B. (1956). Compendio de Alimentación del Ganado. Traducción al castellano por José Luis de la Loma. 12^a Edición. Editorial Hispanoamericana. México. Pp236-283.

Nuñez, 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.

Pederson, J. F., F. A. Hanskins, H.J. Gorz and R. Briton. (1983). Variability for silaje maize. 13 th congress of the maize and sorghum section of Euricarpia. Book of Abstracts. Pag.12.

Poey F.R. (1969) Effects of 02 y f12 Mutant on Endosperm Protein and Tryptophan Content of Tropical Maize. Agronomy Abstracts. An S: A: Detroit, Michigan. 61.

Queipo, L.J. (1967) El maíz Forrajero. Capacitación Agrícola. Madrid, España.Pp.36-37.

Quiroga, G.H., V.E. Quiroga. (1987). Calidad del ensilaje en la Comarca Lagunera. Avances de investigación agrícola. C.I.A.N., 1987. Pp177-178.

Reta, S. D. A. 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. 2^a 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. 79 p.

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.

Rutger, J.N and L. V. Crowder. (1967). Effect of high density on silage and grain yields of six corn hybrids. Crop Sci. 7(3): 182-184. United States of America.

Russell, J. R., N. A. Irlbeck., A. R. Hallaver, and D. R. Buxton. (1992). Nutritive value and ensiling characteristics of maize herbage as influenced by agronomic factors. Anim Feed Science and Technology. 38:11-24.

Stephen, J.W y Smith .A. M. (1977). Ensilaje. 6^a Edición. Editorial C. E. C. S. A. México.

Struik, P. C. (1984). An ideotype of forage maize for northwestern Europe. Synopsis. Neth. J. Agric. Sci. 32:145-147.

Van, Soest. (1998). Calidad del Forraje en Maíz y Alfalfa. 4^o 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.

Vázquez Anett. , M (1988). Respuesta agronómica de 30 Genotipos de maíz forrajero en la Región Lagunera. Tesis de Lic. UAAAN.UL. Torreón, Coah. México.41 p.

Wesleey y Kezar.(1998) Uso exitoso de maíz de alta calidad por lecheros en el Oeste de los Estados Unidos. Memorias del IV ciclo de conferencias Internacionales sobre nutrición y manejo. Grupo LALA. Págs. 9-19.

Zúñiga, S.J.L.(1993). Evaluación del Potencial Forrajero para Calidad Cantidad de 18 híbridos de maíz (Zea maíz L.) en la Comarca Lagunera. Tesis de Lic. UAAAN. Saltillo, Coah. Pág.75-76.

CONSULTAS EN INTERNET

<http://WWW.Inifap.gob.mx/circe/cevamex2001> Tovar y Arellano (1999) .

<http://www.producción.com.ar/96may09.htm> Fuente: INTA

PROPEFO

