

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA.



Producción de Forraje de Híbridos de Maíz Opaco 2

POR

OMAR MENA ROMERO.

TESIS

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

INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCIÓN.

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.

OCTUBRE DEL 2001

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

División de Agronomía

Departamento de Fitomejoramiento

Producción de forraje de híbridos de maíz opaco 2.

Por:

Omar Mena Romero.

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

M. C. Arnoldo Oyervides García.
Sinodal

Dr. Valentín Robledo Torres.
Sinodal

M. C. Reynaldo Alonso Velasco.
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Octubre del 2001

DEDICATORIAS

A **Dios** que en todo momento esta conmigo cuando más lo necesito, motivándome a seguir adelante con fuerza y empeño.

Con amor, respeto y admiración a mis padres **Sr. Lino Mena Domínguez** y **Sra. Agustina A. Romero de Mena** quienes a base de trabajo, sacrificios y ejemplo han hecho de mi una persona de bien. Que con abnegación aceptaron separarse de mí y me dieron la oportunidad de que yo pudiera vivir una aventura. Aventura que cada momento se iba haciendo una ilusión, ilusión que poco a poco se convirtió en una realidad y simplemente con ello les digo gracias por sus consejos y esfuerzos puestos en mí.

A mis hermanos

Ing. Javier
Cesar
Oscar

Porque siempre he contado con ellos en todo momento contribuyendo así, a la terminación de mi carrera.

A mi mejor amigo **Jesús Arias Lucero** por su verdadera amistad incondicional y desinteresada además de sus valiosos consejos, comprensión y apoyo moral para concluir mi carrera.

A mi amiga **Adriana Guerra Gaona** que durante 4 años $\frac{1}{2}$ fuiste la razón esencial de mi superación y que con tu callado sufrimiento me apoyaste en todo momento. Gracias y suerte en la vida.

A **Yesica y Ana Franco Martínez** por haber estado conmigo en el momento en que más lo necesitaba, además del gran amor límpido y cariño afable que me profesan.

A la Familia **Herrera Mena** por el apoyo y cariño que me han dado.

A mis amigos **Tirso Guerra, Valentín Carrillo, Fabiola Díaz, Adrián A. Gaona, Saúl Aníbal Herrera, Manuel Martínez, Marcos González, Heron I. Duran, Anatolio A. Hernández, Rogelio Reyes e Ibet Sánchez** por la verdadera amistad noble y sincera que me han demostrado, sabiendo que ante cualquier adversidad puedo contar con ustedes.

iv
AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por permitir mi formación profesional como Ing. Agrónomo en Producción.

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

Al M.C. Arnoldo Oyervides García por la disponibilidad mostrada para la revisión estadística del presente trabajo.

Al Dr. Valentín Robledo Torres por su disponibilidad para ser parte del comité asesor.

Al Ing. Javier Mena Romero por su apoyo moral y económico, además de las facilidades otorgadas durante mi formación profesional. Gracias

Al Ing. Porfirio Juárez López por su orientación y apoyo durante la etapa estudiantil y profesional.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
DEDICATORIAS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	v
Índice de contenido.....	vi
Índice de cuadros.....	vii
Resumen.	viii
Introducción.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
Revisión de Literatura.....	4
Concepto de forraje.....	4
Producción de maíces con alta calidad de proteína.....	6
Ensilado del forraje y sus ventajas.	7
Caracteres recomendados para aumentar el rendimiento del maíz forrajero.....	8
Mejoramiento genético.....	10
Materiales y Métodos.....	12
Área de estudio.....	12
Material genético.	13
Variables evaluadas.....	16
Procedimiento experimental.....	18
Descripción de parcela útil	18
Análisis estadístico.....	18
Modelo experimental	20
Resultados y Discusión.....	22
Conclusiones.....	26
Literatura citada.....	27

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Material genético utilizado de maíz o ₂	13
2. Material genético utilizado de maíz normal.....	14
3. Diseño de un ANVA para su distribución en bloques al azar.....	19
4. Concentración de cuadrados medios y su nivel de significancia de las variables evaluadas en campo	25

APENDICE.

5. Concentración de medias de la variable rendimiento de forraje en materia seca	32
6. Concentración de medias de la variable rendimiento de forraje en verde	34
7. Concentración de medias de la variable rendimiento de Mazorca.....	36

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la localidad de Torreón Coahuila, considerando el beneficio que significa el mejorar la calidad nutritiva del maíz forrajero (*Zea mays L.*) el programa del Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario Castro Gil”, con sede en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” inicia la incorporación del gene Opaco-2 (o_2) en los híbridos y variedades mejoradas que han obtenido para ser cultivadas en las regiones tropicales húmedas y secas.

Como resultado de estos trabajos, se han obtenido maíces mejorados de alta calidad de proteína para diversas regiones, que están ya cerca de producir rendimientos forrajeros similares a los que el agricultor obtiene con la siembra de los maíces mejorados comunes.

La tendencia que se observa en la evaluación de estos maíces mejorados para producción de forraje es la de que rinden más a medida de que son más similares en germoplasma a los maíces normales.

Se utilizaron 73 híbridos de los cuales 48 son de tipo I (normal) y 25 son de tipo II (o_2) todos estos se sembraron en una densidad de población de 80,000 ptas/ha con el propósito de evaluar caracteres agronómicos de rendimiento forrajero.

En esta investigación se evaluaron las variables: altura de planta, altura de mazorca, acame de raíz, acame de tallo, peso verde de la planta, peso verde de mazorca, mala cobertura; pero se le dio mayor importancia a las variables de rendimiento de forraje en materia seca, rendimiento de forraje en verde y rendimiento de mazorca.

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ANVA), bajo un diseño de bloques al azar y la prueba de medias de Tukey; de acuerdo a este análisis el mejor material para la variable de forraje de materia seca fue la cruce del tipo II (o₂) (ANF-69 *ANF-70) ocupando el 1er lugar con 26.74 ton/ha, el 12vo lugar en rendimiento de forraje en verde con 65.00 ton/ha y el 6to lugar en rendimiento de mazorca con 9.65 ton/ha superando en todos los casos la media general.

INTRODUCCION

En México, el cultivo del maíz cobra gran importancia por ser fuente básica de la alimentación, no solo por lo que representa como grano, sino como uno de los insumos más importantes para la ganadería mexicana además de la creciente demanda actual.

El Maíz ensilado es un importante componente de la ración integral del ganado lechero, dada su importancia, continuamente se hacen estudios sobre mejoramiento genético de maíz forrajero por lo que los productores están en constante búsqueda de mejores maíces que reúnan las características agronómicas y nutricionales adecuadas para un mejor aprovechamiento de su silo.

La producción y calidad nutritiva del maíz están afectados por diversos factores como el genotipo, la densidad de población, la fertilidad del suelo y fertilización y los efectos ambientales, entre otros.

Una de las ventajas del maíz para ensilaje se pueden citar: una alta producción de materia seca, forraje de alta energía, alimento consistente y de buena gustosidad, reduce los costos totales del alimento, el forraje puede ser almacenado directamente al tiempo de la cosecha (ensilaje) y requiere de menos agua que otros forrajes. (Kezar, 1998)

Algunos híbridos liberados para grano se utilizan para ensilar con buena producción de forraje, sin embargo, algunos no reúnen las características nutricionales adecuadas, como bajo contenido de fibras, alta digestibilidad y un valor energético alto.

Uno de los descubrimientos esenciales en cuanto al gene recesivo opaco-2 es que incrementan notablemente los niveles de lisina y triptófano en la proteína del endospermo del maíz, lo cual ayuda a la reducción en la suplementación proteínica en las dietas de los animales.

Por medio del fitomejoramiento se puede contar con materiales más especializados que cumplan con los requisitos de los productores, seleccionando plantas con mayor producción de forraje, sin descuidar el aspecto nutritivo.

La comarca lagunera se ha convertido en una de las principales zonas en producción de leche de nuestro país gracias a que mantienen constante su producción, por lo que el presente trabajo tiene gran importancia para la región, para conocer los híbridos de maíz que representen una fuente importante de forraje. Respondiendo ante tal necesidad y consientes de esta situación, el Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario Castro Gil”, con sede en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, trabaja en diferentes zonas productoras, entre las cuales se encuentra la región de la comarca lagunera.

Objetivos

- Comparar los híbridos opaco 2 con los de grano normal para producción de forraje.
- Evaluar la productividad forrajera de los híbridos experimentales de maíz.
- Identificar los híbridos más sobresalientes en base al carácter agronómico de rendimiento de forraje para su explotación comercial.

Hipótesis

- Los híbridos opaco 2 son diferentes a los híbridos de grano normal.
- De los híbridos producidos al menos uno posee mejor rendimiento de forraje en verde y en materia seca.

REVISIÓN DE LITERATURA.

Concepto de forraje.

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

Juscafresca (1983) menciona que el maíz es una de las plantas forrajeras más interesantes para el ganadero, pues su valor nutritivo no está únicamente en el tallo, sino también en el grano, valor que aumenta o disminuye según su estado de desarrollo al momento de ser cortado.

Morrison (1956) emplea la denominación de forraje de maíz para designar a las plantas o partes de las mismas expresamente cultivadas para la alimentación del ganado.

Por su parte Pérez (1982) los define como alimentos de origen vegetal, que se cultivan con el propósito de proporcionarlo al ganado y obtener algún beneficio.

Cruz (1989) concluyó que para la producción de proteína contenida en el forraje de maíz, los forrajes de alto contenido de proteína no siempre son los de mayor rendimiento.

Hujens (1997) menciona que la calidad de forraje depende de su composición química, estado de madurez, condiciones durante el crecimiento y cosecha, relación tallo-hoja y aceptación por los animales (color, textura y olor)

Cox (1994) menciona que los híbridos con alto contenido de grano, no necesariamente están asociados con alta producción de materia seca.

Hodgson (1964) señala que el alimento más barato para el ganado es el forraje, los forrajes verdes se obtienen de plantas forrajeras que se cortan y se dan frescas al ganado.

Guerrero (1987) determinó que los caracteres más relacionados con el rendimiento de forraje son: altura de planta, altura de mazorca, días a floración y mazorcas por 100.

López (1988) menciona que el maíz tiene un amplio aprovechamiento en el consumo humano y animal, así como en la industria, se puede explotar para un aspecto o en varios, en forma de producto principal o en subproductos, entre ellos el uso de forraje.

Producción de maíces con alta calidad de proteína.

Mertz (1963) anunció el descubrimiento de un maíz rico en lisina: el opaco 2 (o₂) 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 (1969) mencionó que la calidad de la proteína se ha mejorado notablemente por medio de la incorporación del gene o_2 , a maíces adaptados.

Ensilado del forraje y sus ventajas.

Queipo (1967) define el ensilado como un procedimiento mediante el cual se pueden conservar los forrajes verdes hasta el momento de su consumo,

haciéndole sufrir una fermentación, que además los hace más fácilmente asimilables para el ganado.

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

Queipo (1967) señala las siguientes ventajas del ensilaje de maíz forrajero:

- Obtención de grandes cantidades de forraje por unidad de superficie y poca utilización de mano de obra.
- Es el mejor proceso de conservar el caroteno de las plantas verdes, mejorando así los productos lácteos de los animales en vitamina A.
- Permite disponer de forraje en cualquier época del año.
- Mediante este proceso se producen menos pérdidas que con cualquier otro sistema de conservación.
- Ablanda las partes leñosas de los tallos, por lo que prácticamente todo el forraje puede ser consumido por el ganado.

Caracteres recomendados para aumentar el rendimiento del maíz forrajero.

Núñez et al., (1999) menciona que el contenido de grano en el ensilaje de maíz forrajero es de primordial importancia ya que se ha comprobado que es

un factor determinante de la digestibilidad y energía neta de lactancia, así como el contenido de fibra.

Rodríguez (1985) señala que los caracteres agronómicos más estrechamente relacionados con el rendimiento final de maíz fueron:

altura de la planta, altura de mazorca, número de hojas y en mayor escala días a floración masculina, días a floración femenina y mazorcas por cien plantas; este último se recomienda considerarlo como de primera importancia en la selección ya que es determinante en la calidad nutritiva del forraje.

Altura de planta. Hallauer y Miranda (1988) concluyeron que la altura de planta influye en la producción de materia seca, pero debe de tener el tamaño adecuado a fin de contribuir con aproximadamente el 50% del peso total para no incrementar el contenido de fibras.

Tallos. Tovar y Arellano (1999) este concentra la mayor cantidad de fibras y lignina que reducen la digestibilidad, por lo cual se debe de poseer tallos más finos y que permitan que el grano llegue a estadio de línea de leche, con la planta aún verde.

Hojas. Van Soest (1998) encontró que las hojas contienen la mayor parte de las proteínas y partes más digeribles. Las prácticas de cosecha causan graves pérdidas de hojas, por lo que estará relacionada con el nivel de maduración de la planta.

Mazorca. El largo de la mazorca y el número de hileras por mazorca están directamente relacionados con el rendimiento de grano por planta.

(www.Infocarne.com/bovinos/vacastlecheras.asp 2001)

Grano. Van Soest (1998) menciona que el valor nutritivo de los granos de maíz radica en el contenido del mismo.

Juscáfresca (1983) describe la composición química del grano de la siguiente manera:

Carbohidratos	80%
Proteína	10%
Aceite	4.5%
Fibra	3.5%
Minerales	2.0%

Mejoramiento genético.

El objetivo principal del fitomejorador es el de obtener o producir líneas, variedades o híbridos, que sean eficaces transformadores de las sustancias nutritivas de que disponen; que produzcan los mayores rendimientos por unidad de superficie en

productos de alta calidad y al menor costo posible, y por último, que se adapten a las necesidades del productor y del consumidor.

Howarth y Goplen (1983) identificaron cuatro áreas de investigación para mejorar digestibilidad y palatabilidad.

1. Contenido de lignina.
2. Características morfológicas del tejido de la planta.
3. Retención de energía digestible después de un largo período durante la temporada.
4. Características físicas de los tejidos de la planta.

Villegas (1972) menciona que la reducida calidad nutritiva y el contenido relativamente bajo de las proteínas en los cereales, es el resultado de un desbalance en los aminoácidos, donde el primer limitante es la lisina y en el caso del maíz la deficiencia proteínica del endospermo es tanto en lisina y triptófano.

Choe et al (1976) al trabajar con familias de alto y bajo contenido de lisina respectivamente y realizando cruces de prueba con dos líneas de o_2 , encontraron que el nivel de aminoácidos en las familias se transmitió a las F_1 y a los tipos normal y opaco de las F_2 , concluyen que están involucrados dos sistemas genéticos en la síntesis de lisina:

Uno con el gen o_2 per se, y el otro operando en forma independiente del o_2 por lo tanto, estos dos sistemas genéticos parecen complementarse de una manera aditiva.

Dhillon (1990) recomienda que es necesario contar con maíces más especializados en la producción de forraje nutritivo por lo que la selección debe ser más intensa en los caracteres: precocidad, rendimiento de grano, proteína, etc.

Fairey (1980) menciona que el nuevo mejoramiento genético para extender la adaptación del maíz forrajero no debe descuidar las características de forraje, contenido de materia seca, digestibilidad y producción.

Jugenheimer (1987) hace mención que otro gen, el llamado “harinoso-2” situado en un cromosoma distinto al o_2 , cuando se hereda en homocigosis, produce aumentos importantes en lisina y triptófano en el grano de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

La presente investigación se realizó en el “Rancho Ampuero” ubicado en la localidad de Torreón, Coahuila la cual presenta las siguientes características geográficas y climáticas:

Latitud	25° 33’
Longitud	103° 26’
Altitud	1,137 msnm
Temperatura media anual	22.6°C
Precipitación media anual	217.1 mm

Se realizó la siembra a una densidad de 80,000 plantas/ha y así posteriormente proceder a la identificación de los caracteres agronómicos a evaluar.

Material genético

En el siguiente cuadro se muestra el material genético utilizado:

Cuadro No. 1 Ensayo de cruzas simples y triples maíz o₂

Clave	Cruza experimental
01	(ANF-66 * ANF-67)
02	(ANF-68 * ANF-67)
03	(ANF-69 * ANF-70)
04	(ANF-69 * ANF-71)
05	(ANF-70 * ANF-71) *ANF-73
06	(ANF-70 * ANF-71) *ANF-76
07	(ANF-70 * ANF-71) *ANF-81
08	(ANF-70 * ANF-71) *ANF-86
09	(ANF-77 * ANF-76) *ANF-72
10	(ANF-76 * ANF-75) *ANF-79
11	(ANF-70 * ANF-66) *ANF-72
12	(ANF-80 * ANF-67) *ANF-86
13	(ANF-80 * ANF-67) *ANF-79
14	(ANF-74 * ANF-82) *ANF-73
15	(ANF-70 * ANF-66) *ANF-86
16	(ANF-76 * ANF-83)
17	(ANF-73 * ANF-79)
18	(ANF-76 * ANF-86)
19	(ANF-88 * ANF-76)
20	(ANF-66 * ANF-84) *ANF-85
21	(ANF-66 * ANF-78) *ANF-87
22	(ANF-02 * ANF-05)
23	(ANF-02 * ANF-46)
24	BUFALO (ASGROW)
25	P-3028W (PIONNER)

Cuadro No. 2 Ensayo de cruza simples y triples de maíz normal.

Clave	Cruza experimental
26	(3 * 5) * ANF-36
27	(3 * 5) * ANF-20
28	(3 * 8) * ANF-32
29	(ANF-05 * ANF-06) * ANF-32
30	(ANF-05 * ANF-06) * ANF-20
31	(ANF-05 * ANF-06) * ANF-37
32	(ANF-38 * ANF-39) * ANF-40
33	(ANF-38 * ANF-39) * ANF-20
34	(ANF-38 * ANF-41) * ANF-20
35	(ANF-42 * ANF-05) * ANF-24
36	(ANF-24 * ANF-02) * ANF-43
37	(ANF-02 * ANF-44)
38	(ANF-45 * ANF-05)
39	(ANF-48 * ANF-05)
40	(ANF-13 * ANF-46)
41	(ANF-02 * ANF-13)
42	(ANF-32 * ANF-42)
43	(ANF-13 * ANF-47)
44	(ANF-13 * ANF-20)
45	(ANF-49 * ANF-32)
46	(ANF-37 * ANF-20)
47	(ANF-32 * ANF-02)

.....Continuación.....

48	(ANF-32 * ANF-46)
49	(ANF-37 * ANF-02)
50	(ANF-50 * ANF-05)
51	(ANF-03 * ANF-05) * ANF-13
52	(ANF-51 * ANF-05)
53	(ANF-52 * ANF-05)
54	(ANF-53 * ANF-05)
55	(ANF-02 * ANF-37)
56	(ANF-03 * ANF-13)
57	(ANF-20 * ANF-13)
58	(ANF-54 * ANF-13)
59	(ANF-55 * ANF-13)
60	(ANF-56 * ANF-13)
61	(ANF-57 * ANF-13)
62	(ANF-58 * ANF-13)
63	(ANF-59 * ANF-13)
64	(ANF-60 * ANF-13)
65	(ANF-61 * ANF-13)
66	(ANF-28 * ANF-13)
67	(ANF-62 * ANF-13)
68	(ANF-62 * ANF-63) * ANF-13
69	(ANF-64 * ANF-13)
70	(ANF-05 * ANF-65)
71	(ANF-02 * ANF-46)
72	(ANF-02 * ANF-05)

73	AN-447 (IMM-UAAAN)
----	--------------------

Variables evaluadas

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 de la planta hasta el nudo de la mazorca principal.

Peso verde de la planta.- se tomó 10 plantas completas para posteriormente pesarlas, las plantas se escogieron con competencia completa.

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

Acame de tallo.- número de plantas con el tallo quebrado debajo de la mazorca, expresándola en por ciento (%)

Acame de raíz.- se considera como plantas acamadas a las que tienen una inclinación mayor a 30° con respecto a la vertical que se expresa en por ciento (%)

Mala cobertura.- se considera una planta con mala cobertura, cuando las brácteas no cubren totalmente la mazorca, dejando la punta descubierta, y se expresa en por ciento (%)

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

$$RFV = PVP / n \times DS / 100$$

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

Donde:

$$RFS = MS \times RFV$$

MS = Materia seca en kilogramos.

RFV = Rendimiento de forraje verde.

Procedimiento experimental

Para la evaluación de los materiales se utilizó un diseño experimental en bloques al azar, con 48 híbridos de maíz normal y 25 híbridos de maíz O₂.

Descripción de parcela útil

La investigación se desarrolló en parcelas con las siguientes medidas:

Dos surcos de 21 plantas cada uno a un espacio entre ellas de 16.5 cm, la distancia entre surcos es de 80 cm dando una superficie total de 2,272 m² teniendo una densidad de población total de 80,000 plantas/ha⁻¹.

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 experimental bloques al azar, que se describen en las páginas 19 y 20.

Cuadro No. 3 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	t r - 1			

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

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

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

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

$$SCEE = \sum \sum Y_{ij}^2 - \sum \frac{Y_{i.}^2}{r} - \sum \frac{Y_{.j}^2}{t} + \sum \frac{Y_{..}^2}{rt}$$

r t r t

Modelo experimental.

En esta investigación 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.

$i = 1 \dots \dots \dots 73$

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

Con el fin de comparar los resultados de los dos tipos de híbridos, el efecto de tratamientos (t_i) se desglosó en los efectos tipo I, tipo II y el contraste de tipo I vs tipo II

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

Formulas:

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

C.V = Coeficiente de variación.

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

\bar{X} = Media general.

100 = Constante para obtener el coeficiente de variación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación fueron obtenidos de un experimento establecido en la localidad de Torreón Coahuila, cabe señalar que solo se muestran las variables de rendimiento, las demás no se consideraron ya que el objetivo principal es conocer los rendimientos y algunas características forrajeras.

En el cuadro No.4 se muestran los cuadrados medios y su nivel de significancia de las variables del rendimiento de forraje en materia seca, rendimiento de forraje en verde y rendimiento de mazorca; para la fuente de variación de repeticiones no mostraron significancia en ninguna de las variables lo que demuestra que los factores ambientales no tuvieron efectos sobre la producción de biomasa; para la fuente de variación de tratamientos en la variable de rendimiento de materia seca y de mazorca hubo estadísticamente alta significancia lo que indica que al menos uno de los híbridos en estudio es diferente en comportamiento al resto de los híbridos.

Para rendimiento de forraje verde no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

Para la fuente tipo I y tipo II existió diferencia estadística al 0.5% y al 0.1% de significancia en rendimiento de materia seca y rendimiento de mazorca, por lo que se

afirma que al menos uno de los híbridos identificados de tipo I y tipo II respectivamente es diferente entre los demás.

Haciendo la comparación del contraste I vs II en rendimiento de forraje en verde muestra alta significancia al 01% de probabilidad lo cual indica que los híbridos identificados como tipo I y tipo II son diferentes al menos en un híbrido de cada una de estas clasificaciones para forraje en verde. Los coeficientes de variación (C.V %) se mantuvieron entre 17.35, 17.75 y 17.72 dando buen margen de confiabilidad del trabajo.

La concentración de medias en los parámetros evaluados se muestra en el apéndice de cuadros 5, 6 y 7 así como la media general. Las tres variables que aparecen en dichos cuadros fueron convertidos de un valor obtenido en campo, convirtiéndolo de peso de 10 plantas a ton/ha multiplicado por la densidad de población.

Para la variable de rendimiento de forraje en materia seca se obtuvieron valores desde 11.89 hasta 26.74 ton/ha con una media general de 19.09 ton/ha, siendo los híbridos más sobresalientes (ANF-69 * ANF-70) siendo el valor más alto seguido de la cruce (ANF-73 * ANF-79) con 26.08 ton/ha y la cruce (ANF-70 * ANF-71) * ANF-76 con 25.89 en ton/ha y otras tantas que rebasaron la media general, entre las cruces del tipo I más sobresalientes están el híbrido (ANF-02 * ANF-13) con 25.53 ton/ha, seguido de (ANF-03 * ANF-05) * ANF-13 con 24.61 ton/ha, AN-447 IMM-UAAAN con 22.38 ton/ha entre otros más que rebasaron la media general.

Para la variable rendimiento de forraje en verde se obtuvieron valores de 40.53 hasta 72.53 ton/ha con una media general de 59.26 ton/ha, siendo la craza más sobresaliente la (ANF-32 * ANF-46) con el valor más alto seguido de la craza del tipo II (ANF-76 * ANF-75) * ANF-79 con 72.13 ton/ha, y P-3028W con 70.46 ton/ha entre otras que superaron la media general.

Para la variable rendimiento de mazorca se obtuvieron valores de 4.99 hasta 11.28 ton/ha con una media general de 7.78 ton/ha, siendo la craza más sobresaliente (ANF-73 * ANF-79) con el valor más alto seguido de la craza del tipo I (ANF-52 * ANF-05) con 10.41 ton/ha y posteriormente la craza del tipo II (ANF-70 * ANF-71) ANF-76 con 10.09 ton/ha.

Cuadro No.4 Concentración de cuadrados medios de las variables evaluadas en campo.

TIPO I: Normal

TIPO II: O₂

F.V	G.L	Rendimiento de forraje en materia seca en Ton/Ha	Rendimiento de forraje en verde en Ton/Ha	Rendimiento de mazorca Ton/Ha
Rep.	2	4.6215 NS	39.9108 NS	1.5527 NS
Tratam.	69	31.4526 **	130.2871 NS	5.8019 **
Tipo I	46	35.2796 **	14.9489 NS	5.7857 **
Tipo II	22	24.7095 **	137.4021 NS	5.9414 **
Contraste 1 vs 2	1	3.7594 NS	5279.3149 **	3.4809 NS
Error	138	11.4579	101.3234	1.9011
Total	209			
C.V (%)		17.75450	17.35766	17.72843

NS = No significativo.

* * = Altamente significativo al 01% de error.

	Rend. Forr. M.S	Rend. Forr. Ver.	Rend. Maz.
— X Gral. =	19.065352	57.991428	7.777476
— X Tipo I =	19.158950	59.931914	7.687411
— X Tipo II =	18.874086	54.026086	7.961521

CONCLUSIONES

- Los híbridos normales fueron diferentes a los híbridos opaco 2 en rendimiento de forraje verde obteniendo la mayor media los híbridos normales.
- En producción de materia seca y producción de mazorca no se observaron diferencias entre los dos tipos de híbridos.
- Se puede concluir que la producción de forraje es similar en los dos tipos de híbridos, por lo que se puede utilizar para la producción de forraje cualquier tipo.
- Los híbridos opaco 2 maduraron más rápido, lo que puede ser una gran ventaja en la región en estudio.
- Se debe continuar con este estudio con el fin de determinar si existen diferencias en los caracteres de calidad de forraje.

LITERATURA CITADA

AMAYA C.J, Reta S.D, Y Gaytán M.A (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 Coahuila.

ALDRICH, S.R, W.O. Scott & I.R.Leng (1975) Modern Corn Production. 2^a Edición. E.U.A

BORGIOLO, E. (1962) Alimentación del Ganado. Editorial G.E.A Barcelona, España.

CABRERA, G.J.A (1999) Comportamiento de 17 Híbridos Simples de Maíz para su Explotación Forrajera en la Comarca Lagunera. Tesis. Lic. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

CLARIDADES AGROPECUARIAS (2000) Octubre. Maíces de Alta Calidad Forrajera.

COX W.J.H, Cherney, D.J & W.D Parde (1994) Forage Quality and Harvest Index of Corn Hybrids under Different Growing Conditions, Agronomy Journal 86:227-282

CHOE B.H.M SÚBER, G.F, KAUSE & F.S HILDERBRAND (1976) Inheritance of High Lysine in Maize (Tomado de la Revista Agraria, Vol. 4, No 4, Enero-Junio 1988)

DHILLON B.S Gurrath P.A, Zimmer e, Wermke W, Pollmer W.G & Klein D. (1990) Analysis of Diallel Crosses of Maize for Variation and Covariation in Agronomic Traits of Silage and Grain Harvests Maydica 35: 297-230

FIDEL Marques Sánchez (1992) Genotecnia Vegetal. AGT Editor S.A

GUERRERO M.H (1987) Comparación de Genotipos de Maíz de Altura Normal con Genotipos de Porte Enano para Producción de Forraje. Tesis. Lic. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

HALLAUER Y Miranda (1988) Quantitatyve Genetics in Maize Breeding. Segunda Edición. Iowa State University Pree/Ames.

HERNÁNDEZ MUÑIZ M. (1989) Análisis del Potencial Forrajero y Variedades de Maíz en la Comarca Lagunera. Tesis. Lic. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

HERNÁNDEZ N y Bates, L.S (1969) A Modified Method for Rapid Tryptophan Analysis of Maize. Research Bulletin 13 CIMMYT. México.

HODGSON R.E & O.E Reed (1964) La Industria Lechera en América. Editorial Pax, México, DF.

HOWARTH R.E & Goplen B.P (1983) Improvement of Forage Quality Through Production Management and Plant Breeding. Can J. Plant Sci. 63:895-902

[HTTP://: www.infocarne.com/bovinos/vacaslecheras.asp2001](http://www.infocarne.com/bovinos/vacaslecheras.asp2001)

[HTTP://: www. Producción.com.ar/1998](http://www.Producción.com.ar/1998)

HUJENS (1997) Evaluating Effective Fiber Four state Applied Nutrition and Management Conference Proc. La Crosse, WI. p12

INIFAP (2000) Producción Y Calidad Nutritiva del Forraje de Híbridos de Maíz Normal y de Alta Calidad Proteínica (QPM) Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental La Laguna.

JUGENHEIMER R.W (1987) Maíz. Variedades Mejoradas, Métodos de Cultivo y Producción de Semillas. Editorial Limusa, México.

JUSCAFRESCA B. (1983) Forrajes, Fertilizantes y Valor Nutritivo. Editorial AEDOS. España. Pags 85-88

KEZAR, W.W (1998) Uso Exitoso del Ensilaje 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. Pags 9-19

LOPEZ P.E (1988) Comparación entre Diferentes Probadores para Evaluar Líneas de Maíz. Saltillo, Coahuila México. Folleto de Divulgación. Vol.1 No.7

MARTINEZ P.R (1980) Resultados de Investigación Agrícola en Forrajes. CAELALA, SARH, INIA.

MERTZ E.T (1963) High Lysine Corn. Agricultural Science Review. Vol.6 31.6

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 L

MORRISON F.B (1956) Compendio de Alimentación del Ganado. Traducción al Castellano por José Luis de la Loma. 12^a Edición. México. Pags 263-283

NÚÑEZ H., G., EF Contreras G., R. Faz C. Y R. Herrera S. (1999) Selección de Híbridos para obtener Mayor Rendimiento y Alta Valor Energético de Maíz para Ensilaje. (En Núñez H G., et al eds) Componentes Tecnológicos para la Producción de Ensilados de Maíz y Sorgo. SAGAR, INIFAP, CAELALA. Torreón Coahuila. México.

PEREZ D.M (1982) Manual sobre Ganado Productor de Leche. 1^{ra} Edición, Editorial Diana. México

POEY F.R (1969) Effects of o_2 y f_{12} 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.

RODRÍGUEZ H.S (1985) Estimación de Parámetros Genéticos de Caracteres Relacionados con la Producción de Forraje de Maíz. Tesis. Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

RODRÍGUEZ H.S (1999) Fitomejoramiento del Maíz para Ensilaje. Segundo taller de especialidades de Maíz. UAAAN. Saltillo, Coahuila. Pgs181-185

RODRÍGUEZ H.S (1998) Mejoramiento de Maíz Forrajero. Primer taller de Especialidades de Maíz. Chapingo, Estado de México. Pags 95-99

SÁNCHEZ R.R (1982) Terminología Genética y Fitogenética. Editorial. Trillas S.A de C.V

S.A.S (1993) SAS/STAT. Guide for Personal Computers. Statistical Analysis System Institute. Inc. Cary. NC. USA

SOMEFI (2000) XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Primera Edición. Irapuato, Guanajuato. Pags 18,147,282

STEELL D. R. (1986) Bioestadística; Principios y Procedimientos 2ª Edición. Editorial Mc Graw-Hill de México S.A

STRUIK, P.C (1984) An Ideotype of Forge Maize from Northwest Europe. Sinopsis. Neth. J. Agric. Sci. 32:142-147

TOVAR y Arellano (1999) [http://: www.inifap.gob.mx/circe/cevamex2001](http://www.inifap.gob.mx/circe/cevamex2001)

VAN, Soest (1998) Calidad de Forraje en Maíz y Alfalfa. 4º Ciclo de Conferencias sobre Nutrición y Manejo. Torreón, Coahuila. México.

VAN, Soest (1998) Fiber Síntesis in Plants. Predicting Digestibility of Corn Silage from Wheather data Proc. Cornell.

YA- LUN CHOU (1968) Análisis estadístico S.T Jhn's University, Jamaica New York. Traducido al Español por Luis Di Marco. Editorial Interamericana.

Mena® 2001

Copyright Derechos Reservados.

La titularidad de los derechos contenidos en esta tesis se encuentra reconocida y protegida conforme a la Ley Federal de Derechos de Autor. Se prohíbe su copia y reproducción total ó parcial, su alquiler, utilización publica y cualquier uso secundario. Estas prohibiciones y oposiciones están fundamentadas en el Artículo 386 del código penal y 87 bis, 142 y 142 bis, de la Ley Federal de Derechos de Autor.

APENDICE.

Cuadro No 5 Concentración de medias de la variable rendimiento de forraje en materia seca en ton/ha, ordenados descendientemente.

**RENDIMIENTO DE FORRAJE EN MATERIA SECA
CLAVE EN TON/HA**

	A			26.741	3	
B	A			26.086	17	
B	A	C		25.896	6	
B	D	A	C	25.535	41	
E	B	D	A	C	25.283	22

E	B	D	A	C	F	24.613	51	
E	B	D	A	G	C	F	23.393	4
E	B	D	A	G	C	F	23.073	12
E	B	D	A	G	C	F	22.536	47
E	B	D	A	G	C	F	22.444	5
E	B	D	A	G	C	F	22.388	72
E	B	D	A	G	C	F	22.249	53
E	B	D	A	G	C	F	22.237	55
E	B	D	A	G	C	F	22.179	34
E	B	D	A	G	C	F	21.890	48
E	B	D	A	G	C	F	21.867	49
E	B	D	A	G	C	F	21.593	11
E	B	D	A	G	C	F	21.530	31
E	B	D	A	G	C	F	21.184	58
E	B	D	A	G	C	F	20.783	8
E	B	D	A	G	C	F	20.743	50
E	B	D	A	G	C	F	20.679	20
E	B	D	A	G	C	F	20.538	60
E	B	D	A	G	C	F	20.496	33
E	B	D	A	G	C	F	20.371	66
E	B	D	A	G	C	F	20.047	46
E	B	D	A	G	C	F	19.987	54
E	B	D	A	G	C	F	19.957	71
E	B	D	A	G	C	F	19.833	32
E	B	D	A	G	C	F	19.734	61
E	B	D	A	G	C	F	19.731	29
E	B	D	A	G	C	F	19.723	26
E	B	D	A	G	C	F	19.396	63
E	B	D	A	G	C	F	19.330	14
E	B	D	A	G	C	F	19.252	40
E	B	D	A	G	C	F	19.173	64
E	B	D	A	G	C	F	19.124	70
E	B	D	A	G	C	F	18.874	42
.....CONTINUACIÓN.....								
E	B	D	A	G	C	F	18.554	25
E	B	D	A	G	C	F	18.383	9
E	B	D	A	G	C	F	18.333	23
E	B	D	A	G	C	F	18.033	10
E	B	D	A	G	C	F	17.894	44
E	B	D	A	G	C	F	17.880	45
E	B	D	A	G	C	F	17.791	30
E	B	D	A	G	C	F	17.698	62
E	B	D	A	G	C	F	17.507	36
E	B	D	A	G	C	F	17.462	67
E	B	D	A	G	C	F	17.405	13
E	B	D	A	G	C	F	17.017	69

E	B	D	A	G	C	F	17.006	39
E	B	D	A	G	C	F	16.864	7
E	B	D	A	G	C	F	16.661	21
E	B	D	A	G	C	F	16.559	18
E	B	D	A	G	C	F	16.416	16
E	B	D	A	G	C	F	16.363	52
E	B	D	A	G	C	F	16.313	65
E	B	D	A	G	C	F	16.166	24
E	B	D	A	G	C	F	16.071	43
E	B	D	A	G	C	F	15.988	38
E	B	D	A	G	C	F	15.987	1
E	B	D	A	G	C	F	15.965	35
E	B	D	A	G	C	F	15.913	68
E	B	D	A	G	C	F	15.905	37
E	B	D	A	G	C	F	15.528	28
E	B	D		G	C	F	14.664	56
E	B	D		G	C	F	14.642	73
E		D		G	C	F	14.256	59
E		D		G	F		14.023	27
E				G	F		13.586	15
				G	F		13.246	57
			G				11.893	2
MEDIA GENERAL =							19.08	

Cuadro No 6 Concentración de medias de la variable rendimiento de forraje en verde en ton/ha, ordenados descendientemente.

RENDIMIENTO CLAVE	DE FORRAJE EN TON/HA	EN VERDE
A	72.533	48
A	72.133	10
A	70.467	25
A	70.000	22
A	69.067	4
A	68.267	1
A	67.333	71
A	66.400	47
A	66.267	5
A	66.000	41
A	65.467	42
A	65.000	3
A	64.933	14
A	64.533	36
A	64.133	70
A	64.000	32
A	64.000	54
A	63.867	11
A	62.800	39
A	62.267	6
A	61.733	26
A	61.600	66
A	61.200	8
A	60.933	38
A	60.467	23
A	59.600	19
A	59.467	2
A	59.267	28
A	59.067	46
A	58.867	18
A	58.467	13
A	58.400	20
A	58.267	12
A	58.133	37

A	58.000	43
A	57.867	63
A	57.867	16
A	57.400	51
A	57.200	64
.....CONTINUACIÓN.....		
A	57.067	69
A	56.800	15
A	56.800	60
A	56.733	29
A	56.667	49
A	56.667	24
A	56.400	33
A	56.200	44
A	56.000	30
A	55.867	73
A	54.800	55
A	54.400	53
A	54.267	35
A	54.133	9
A	54.000	59
A	53.867	31
A	53.867	40
A	53.467	17
A	53.333	21
A	53.200	7
A	53.067	72
A	52.933	45
A	52.800	62
A	52.400	68
A	51.600	50
A	50.533	27
A	48.667	65
A	48.533	67
A	48.000	52
A	48.000	56
A	47.200	34
A	45.333	58
A	43.467	61
A	40.533	57
MEDIA GENERAL = 59.26		

**Cuadro No 7 Concentración de medias de la
variable rendimiento de mazorca en ton/ha,
ordenados descendientemente.**

CLAVE	RENDIMIENTO	DE	MAZORCA
		EN TON/HA	
	A	11.287	17
B	A	10.415	53
B	A C	10.092	6
B D	A C	9.819	47
B D	A C	9.776	51
B D	A C	9.654	3
B D	A C	9.557	11
B D	A C	9.523	34
B D	A C	9.487	50
B D	A C	9.342	22
B D	A C	9.296	65
B D	A C	9.257	4
B D	A C	9.221	58
B D	A C	9.171	66
B D	A C	9.134	12
B D	A C	9.130	41
B D	A C	9.107	49
B D	A C	9.057	72
B D	A C	8.967	60
B D	A C	8.941	5
B D	A C	8.876	20
B D	A C	8.772	48
B D	A C	8.672	40
B D	A C	8.660	31
B D	A C	8.602	55
B D	A C	8.338	71
B D	A C	8.334	33
B D	A C	8.115	29
B D	A C	7.974	32
B D	A C	7.953	54

B	D	A	C	7.952	70
B	D	A	C	7.938	14
B	D	A	C	7.901	8
B	D	A	C	7.866	63
B	D	A	C	7.808	61
B	D	A	C	7.730	30
.....CONTINUACIÓN.....					
B	D	A	C	7.642	64
B	D	A	C	7.544	7
B	D	A	C	7.521	45
B	D	A	C	7.519	26
B	D	A	C	7.489	46
B	D	A	C	7.471	44
B	D	A	C	7.419	62
B	D	A	C	7.417	24
B	D	A	C	7.403	9
B	D	A	C	7.367	19
B	D	A	C	7.231	25
B	D	A	C	7.227	52
B	D	A	C	7.226	42
B	D	A	C	7.185	21
B	D	A	C	7.184	13
B	D	A	C	7.126	36
B	D	A	C	7.077	69
B	D	A	C	6.833	10
B	D	A	C	6.732	18
B	D	A	C	6.721	56
B	D	A	C	6.644	67
B	D	A	C	6.619	16
B	D	A	C	6.607	39
B	D	A	C	6.589	35
B	D	A	C	6.488	23
B	D		C	6.114	68
B	D		C	6.070	38
B	D		C	5.947	2
B	D		C	5.946	37
B	D		C	5.846	27
B	D		C	5.763	43
B	D		C	5.661	73
B	D		C	5.650	1
	D		C	5.449	28
	D		C	5.315	57
	D			5.150	15
	D			4.998	59

MEDIA GENERAL = 7.78
