



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



EVALUACION DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE 10
VARIETADES DE MAIZ CON FINES FORRAJEROS
EN CUAUTITLAN, MEXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A ;
FAUSTINO NIEVES REYES

ASESOR: ING. GUILLERMO BASANTE BUTRON

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1995

FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

Con base en el Art. 26 del Reglamento General de Exámenes, la Dirección de esta Facultad, autoriza al alumno:
Faustino Nieves Reyes

con número de cuenta: 8209697-7, a presentar la tesis titulada:
"Evaluación de rendimiento y calidad de días variedades de maíz con fines --
forrajeros en Cuautitlán de Romero Rubio, México".

Bajo la Asesoría del: Ing. Guillermo Basante Butrón
para obtener el TÍTULO de: Ingeniero Agrícola

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

| | N O M B R E | F I R M A Y FECHA DE RECIBIDO |
|---------------|-------------------------------|----------------------------------|
| PRESIDENTE | M. en C. Jesús Gambó González | <i>Jesús Gambó</i> 18/5/95 |
| VOCAL | Ing. Guillermo Basante Butrón | <i>Guillermo Basante</i> 17/5/95 |
| SECRETARIO | Ing. Edgar Ornelas Díaz | <i>Edgar Ornelas</i> 17/5/95 |
| 1er. SUPLENTE | Ing. Javier Carrillo Salazar | <i>Javier Carrillo</i> 17/5/95 |
| 2do. SUPLENTE | Ing. Javier Vega Martínez | <i>Javier Vega</i> 17/5/95 |

1 Lo Sustituye: _____

2 Lo Sustituye: _____

Atentamente notificamos su participación, para la revisión y evaluación, solicitando firme el presente al recibir copia del trabajo y agradeciendo otorgue en un máximo de 30 días su VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÉ EL ESPÍRITU".
Cuautitlán Izcalli, Méx., a 11 de mayo de 1995

Ing. Rafael Rodríguez Caballos
JEFE DEL DEPARTAMENTO

NOTA: Dos faltas injustificadas, causarán baja como Sindical.
Los Sindicales Suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional.
Semb.

FALLA DE ORIGEN

A mis padres: Má. Gloria Reyes y F. Antonio Nieves.

**A mis hermanos: J. Ernesto, Rodrigo, J. Antonio, Má. Isabel,
Longino y Alberto.**

Por su amor y apoyo siempre incondicional.

A mi esposa é hija : Adriana Osorio y F. Noemí Nieves O..

Por su amor, su ternura y compañía.

Al M. en C. Luis Ricardo Cázares García.

Por su ejemplo de trabajo y superación.

I PRÓLOGO.

El desarrollo de un trabajo donde se hablara de una planta tan importante en el campo mexicano como lo es el maíz, resultó inevitable. El conocimiento y la experiencia que recibí durante su realización fueron realmente valiosos. Sin embargo, su desarrollo y culminación no hubiera sido posible sin la participación de las siguientes personas, a quienes deseo expresar mi más sincero agradecimiento:

Al M.V.Z. Salvador A. Báez Duran, Gerente de Servicios Agropecuarios, de Alpura, y al personal que en el labora por las facilidades y el apoyo que me brindaron.

Al señor Armando Schievenini, propietario del rancho "La Virgen", por facilitar sus instalaciones para la realización del experimento.

Al Ing. Juan Garibay B., por su apoyo en la realización del análisis estadístico.

A los ingenieros Edgar Ornelas y Javier Carrillo, por sus contribuciones al enriquecimiento del trabajo.

A los M. en C. Jesús Guevara y Jorge Rico, por sus comentarios respecto al a información bromatológica, lo mismo que a la Q. B. Filian Morfin.

Al Ing. Guillermo Basante por su dirección en el trabajo.

Y muy especialmente al M. en C. L. Ricardo Cázares G. por todo el apoyo brindado, a la familia De la Peña y al Ing. José Guadalupe Osorio Ramírez por su invaluable ayuda que hizo posible ver terminado el trabajo.

II ÍNDICE

| | | |
|-----|---|----|
| I | PRÓLOGO | 3 |
| II | ÍNDICE | 4 |
| III | INTRODUCCIÓN | 6 |
| IV | OBJETIVOS E HIPÓTESIS | 10 |
| V | REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 11 |
| | 5.1 Importancia del maíz en México y el mundo. | 11 |
| | 5.2 Potencial productivo del maíz. | 18 |
| | 5.3 Obtención, empleo y ventajas de materiales híbridos. | 20 |
| | 5.4 Características de un buen híbrido para producción de forraje. | 25 |
| | 5.5 Época de corte. | 26 |
| | 5.6 Calidad nutritiva del maíz como forraje. | 28 |
| | 5.7 Ensilaje de maíz. | 33 |
| | 5.8 Principales características varietales de los materiales empleados. | 38 |
| | 5.9 Trabajos de referencia. | 42 |
| VI | MATERIALES Y MÉTODOS | 45 |
| | 6.1. Ubicación de la parcela experimental. | 45 |
| | 6.2. Suelo. | 45 |
| | 6.3. Clima. | 45 |
| | 6.4. Diseño experimental. | 45 |
| | 6.5. Parcela experimental. | 46 |

| | |
|-------------------------------|-----------|
| 6.6 Tratamientos | 46 |
| 6.7 Análisis estadístico. | 46 |
| 6.8 Metodología experimental. | 46 |
| 6.9 Parámetros evaluados. | 47 |
| VII RESULTADOS | 50 |
| VIII DISCUSIÓN | 64 |
| IX CONCLUSIONES | 76 |
| X ANEXO | 77 |
| XI BIBLIOGRAFÍA | 81 |

III INTRODUCCIÓN.

En México, del 90 al 95 % del valor de la producción pecuaria se obtiene de la explotación de 3 especies: aves, porcinos y bovinos; y 5 productos: huevo y carne de aves, carne de cerdo y carne y leche de bovinos *. De estas 3 especies, la explotación de aves y ganado porcino se desarrolla, predominantemente, en condiciones altamente tecnificadas, "lo que implica el desarrollo de una ganadería intensiva de carácter "industrial", que se caracteriza por el amplio uso de alimentos balanceados".

Los alimentos balanceados se elaboran, básicamente, a partir de sorgo y soya. Sin embargo, el incremento de la demanda de estos insumos y la incapacidad de la agricultura nacional para satisfacerla, ha provocado un incremento en el consumo de maíz como sustituto. En este sentido Arroyo (1989, p. 92) nos dice que "aunque en volumen el consumo del maíz para la elaboración de alimentos balanceados es minoritario, la tasa media de crecimiento anual de dicho consumo es la más dinámica". Esta situación se ha venido acentuando por la actual crisis económica que hace inconveniente la importación de dichos insumos.

En relación a la ganadería bovina, se distinguen en México tres zonas:

Zona norte. En esta parte del país la ganadería se desarrolla en condiciones climáticas adversas (clima árido y semiárido) que propicia la existencia de una ganadería extensiva, con escaso nivel de tecnificación y caracterizada por la exportación a los E.U.A. de becerros en pie para engorda. En esta zona se localiza el 27 % del hato nacional.

.....
* GONZALO ARROYO (coordinador). *La pérdida de la autosuficiencia alimentaria y el auge de la ganadería en México*. Plaza y Valdés - U.A.M., 1989, p. 18.

Zona trópico húmedo (huastecas). Esta área cuenta con el 42 % del hato nacional. Se caracteriza por la explotación extensiva de ganado de engorda. El nivel tecnológico es menos atrasado que en la zona norte. En la producción de leche existe el nivel semiestabulado aunque se trata, predominantemente, de una producción estacional.

Zona templado-centro. Esta zona cuenta con el 31 % del hato nacional. Se caracteriza por presentar altos niveles de tecnificación, ganado estabulado, especializado en la producción de leche, alimentado a base de productos balanceados, alfalfa y ensilajes, con altos rendimientos y ordeña mecánica.

Este sector de la ganadería se encuentra inmerso en una situación crítica debido a la dependencia del extranjero para adquisición de insumos (medicamentos, maquinaria, semen, vaquillas de reemplazo, etc.), control estatal del precio de la leche pero no sobre los alimentos balanceados, eliminación de subsidios al sorgo y a la soya, y elevados precios de producción por la reciente devaluación del peso frente al dólar *. A pesar de ello, "para 1983, el ganado estabulado produjo 58.6 % de la producción total de leche con solo 12.3 % del hato lechero nacional. El ganado semiestabulado aportó, en cambio, 14.6 % con 29 % de las vacas lecheras del país y, por último, la ordeña estacional que comprendía 67.7 % de los vientres produjo 26.8 % de la leche total del país".

Como se ha visto, la ganadería especializada en la producción de leche es muy importante a pesar de la situación antes mencionada. Por tal motivo es necesario hacerla más eficiente y competitiva ya que para 1990, el precio internacional por Kg. de leche era de 16 centavos de dólar comparado con 25 centavos en nuestro país **. Un aspecto importante de dicha desventaja lo representa el área de la alimentación del ganado ya

.....
* *Ibid*, p. 6.

** MIGUEL ÁNGEL GALINA HIDALGO Y MAGDALENA GUERRERO CRUZ. *Recursos y necesidades pecuarias de México*. U.N.A.M., México, 1992, p. 58.

que tiene una porción importante en el costo de producción, alrededor del 60 %. Para reducir este porcentaje, es necesario contar con materiales forrajeros económicos y altamente productivos. En este sentido, "el ensilado de maíz representa el medio para alcanzar rendimientos máximos de nutrientes por Ha." *.

En México, la producción de leche pasteurizada está sumamente concentrada ya que para 1980 solamente 6 empresas produjeron el 47 % de este producto. Sobresalen las empresas Pasteurizadora Laguna (LALA) con una capacidad instalada de 300 millones de litros al año y Ganaderos Productores de Leche Pura con una capacidad instalada de 650 mil litros diarios (236.6 millones de litros anuales). Esta misma empresa ocupó, en 1985, el lugar 57 dentro de las 500 empresas más importantes del país **.

El presente trabajo se realizó dentro del programa de parcelas experimentales, en el área de forrajes, del Departamento de Servicios Agropecuarios de Alpura. La finalidad de dichos trabajos consiste en seleccionar, de los materiales disponibles en el mercado, las variedades que más se adapten al área de influencia. Los resultados de estos trabajos han permitido la conformación de un paquete de variedades altamente productivas para cada zona; Querétaro, parte de Guanajuato (bajo) y México ***, beneficiando además de los socios, a un gran número de pequeños productores. En este sentido, los ranchos que siembran las variedades seleccionadas actúan como parcelas demostrativas lo que representa un buen medio para la difusión de los resultados que se obtienen en trabajos como este.

.....
* D. C. CHURCH. *Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes*, V. 3. Acribia, España, 1974, p. 58.

** Gonzalo Arroyo. *Op. cit.* p.8.

*** Estas entidades ocuparon en 1976 el XII, VIII y I lugar, respectivamente, dentro de los principales productores de leche de vaca. En 1980, ocuparon los sitios XI, V y II, manteniendo estas posiciones para 1986. El volumen aportado por estas entidades es de alrededor del 20 % del total nacional, (Arroyo, 1989)

En relación a la recopilación de los materiales aquí evaluados, la semilla fue proporcionada por las principales compañías productoras y distribuidoras de este insumo. Por lo tanto, se evaluaron los materiales que dichas empresas manejan para valles altos.

El número de materiales producido para esta zona, es reducido. Algunas compañías productoras han generado materiales con 50 % de base genética proveniente de materiales tipo bajo y 50 % tipo valles altos para tratar de cubrir este mercado que represento en 1993 la cantidad de 9,103 Has. en el Estado de México. Es necesario considerar que aún cuando existe investigación que respalda la liberación de cada variedad, éstas no siempre responden de la misma manera cuando se cultivan en condiciones de manejo y clima distintos a las zonas para las que fueron liberadas.

La importancia que tiene el maíz para forraje en la producción de leche y carne es fundamental, debido a que constituye una parte sustancial en la dieta del ganado. Esta proporción varía en función del criterio que siga el nutriólogo. Algunos de estos criterios son: peso del animal, producción de leche por vaca, vacas gestantes, etc.. En el caso concreto del Rancho Almaráz, el maíz ensilado constituye el 60 % de los forrajes; el resto se divide entre avena y alfalfa verde y henificada.

La proporción que representa el maíz en la dieta se justifica por su alta capacidad de producción de materia seca (M. S.) y por la facilidad que brinda, una vez ensilado, en el manejo, conservación y corrección de las deficiencias nutricionales que presenta. En este sentido, es deseable, en las variedades de maíz, un rendimiento alto en M. S. y no en verde, alta relación entre el rendimiento en mazorca y planta, resistencia al acame y tolerancia a plagas y enfermedades ya que estos aspectos contribuyen a elevar la calidad del forraje.

IV OBJETIVOS E HIPÓTESIS.

1 OBJETIVOS:

1. Evaluar variedades comerciales de maíz para seleccionar aquellas que presenten altos rendimientos de materia seca en igual proporción entre tallo y hojas, por un lado, y mazorcas (bracteas, grano y olole) por otro, para el área de estudio.

2. Evaluar y seleccionar materiales de alta calidad, resistentes al acame y ataque de parásitos.

2 HIPÓTESIS:

1. Los genotipos de cruce simple producen rendimientos en materia seca más altos que los materiales de cruces dobles y triples, debido a su mayor grado de heterosis.

2. Las variedades desarrolladas específicamente para valles altos presentan mayores ventajas adaptativas al área de estudio con respecto a los materiales tipo bajo, y se traducen en una capacidad productiva más alta y de mejor calidad.

V REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

5.1 Importancia del maíz en México y el mundo.

El cultivo más importante en México es el maíz. La presencia diaria de esta planta en la vida nacional la hacen objeto de los más diversos temas del arte, la religión, la vida social y la economía.

Las condiciones y formas en que el maíz se integra a las diferentes etapas de la economía, a saber, la producción, distribución, intercambio y consumo, están determinadas por la gran diversidad de condiciones existentes en el campo mexicano.

El cultivo del maíz se ha distinguido por su carácter eminentemente campesino, son ellos quienes "lo inventan diariamente con su trabajo, con su respeto y veneración, con su vida que gira alrededor de la planta" *. El maíz en la alimentación campesina es básico, José Luis Calva (1992, p. 32) menciona que más de tres millones de familias campesinas dependen de la producción de maíz y frijol para su alimentación.

De acuerdo a los resultados obtenidos del censo agropecuario de 1991, existían 2 730 011 unidades productoras de maíz, 72 % del total de unidades rurales de

.....

* ARTURO WARMAN. *La historia de un bastardo: maíz y capitalismo*. Fondo de Cultura Económica, México, 1988, p. 7.

producción y ocupó, en el último decenio, un promedio de siete millones de Has., 35 % de la superficie cultivable. En 1990 representó 33 % del valor de la producción agrícola total y empleó 201 millones de jornales, 34 % de la demanda directa de fuerza de trabajo del sector agrícola. *

El sector empresarial productor de maíz constituye menos del 1 % de todos los productores del grano en el país; sin embargo, tienen una influencia decisiva en el mercado ya que aportan del 15 al 20 % de la producción y son quienes deciden las variables de la oferta en función de la rentabilidad. **

En un contexto más amplio:

"Según la Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 18 países del mundo con 200 millones de habitantes, 12 en América Latina y 6 en África, consumen directamente maíz como su principal alimento". ***

La dependencia del grano en la alimentación es extrema y llega a constituir hasta las 2/3 partes del total de los elementos nutritivos de los habitantes de estos pueblos, entre ellos el nuestro.

El uso del maíz como forraje inició a fines del siglo XIX y se generalizó durante el siglo XX. Fueron los E.U.A. quienes dieron la pauta en la utilización del maíz como

.....

* SALOMÓN SALCEDO. *Política agrícola y maíz en México: hacia el libre comercio norteamericano*. Revista de Comercio Exterior, Vol. 43, No. 4, abril, 1993, p. 302-310.

** KIRSTEN APPENDINI. *De la milpa a los tortibonos. La reestructuración de la política alimentaria en México*. Colegio de México, México, 1992.

*** ARTURO WARMAN. *op. cit.* p.11.

forraje al dedicar, en 1910, más de la mitad de su producción, algunos estiman superior al 80 %, de un total de 63.5 millones de toneladas métricas, a la alimentación del ganado porcino y vacuno. Este cambio en el destino del maíz se dio a causa del enorme excedente de producción que superaba ampliamente la demanda interna.

"Lo cierto es que el maíz, que hasta entonces tenía una historia directamente vinculada con la alimentación humana, se convirtió en una materia prima para la producción cárnica, en una mercancía de consumo intermedio sujeta a transformación". *

En la actualidad:

"Es probable que más de la mitad de la cosecha mundial del grano se destine directa o indirectamente, transformado en alimentos balanceados, a la alimentación del ganado para que, convertido en leche, huevos y carnes de todos tipos, regrese a la alimentación humana."

Hasta hace poco tiempo, se planteaba como un conflicto moral y social el destinar el grano de maíz para alimentar al ganado ya que se consideraba una competencia por el alimento entre éste y el hombre, sobre todo en un país como el nuestro que ocupó el octavo lugar como importador de grano para alimentar a su pueblo ** durante el periodo que va de 1991 a 1992. Sin embargo, esta polaridad, su uso como alimento para el

.....
*Ibid. p. 12.

** México. S.A.R.H. *Producción y comercialización de maíz*, 1987-93. México, 1994, p.28.

hombre o para el ganado, debe entenderse como una competencia entre grupos de la población ubicada en distintos estratos de ingresos por el acceso a determinados alimentos *. En este sentido, el uso del maíz como forraje va a continuar y se va a extender en la medida en que implique elevar el valor agregado, en la proporción en que ello se traduzca en la obtención de mayores ingresos que son, finalmente, el principal motivo que hace girar a una sociedad como la nuestra. El comportamiento en el consumo humano y animal de maíz durante el periodo de 1987 a 1993 permite ver esta tendencia. La información proporcionada por la S.A.R.H. , nos muestra que el consumo humano de maíz se mantuvo prácticamente estable, variando únicamente un 6.56 %, en tanto que el consumo animal creció en un 225.4 % (gráfica No. 1).

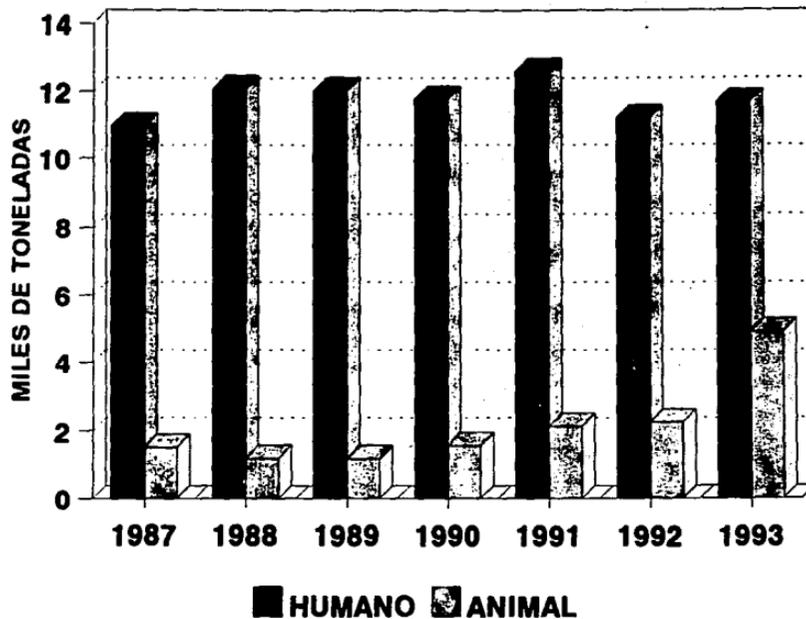
En relación a la tendencia actual de la superficie sembrada con maíz para uso forrajero, se puede apreciar en el cuadro No. 1 que, en el Estado de México, descendió en el año de 1993 en 2,962 Has. con respecto a la superficie sembrada el año anterior. Sin embargo, esta entidad se sitúa en cuarto lugar como productor de este cultivo a nivel nacional en base a la superficie cultivada y al volumen de la producción, aunque con rendimientos muy superiores a los estados que ocupan los primeros lugares como se muestra en el cuadro No. 2.

.....

•

** Juan PABLO ARROYO ORTIZ (coordinador). *El sector agropecuario en el futuro de la economía mexicana*. U.N.A.M., México, 1991, p. 77.

**GRAFICA No. 1
CONSUMO DE MAIZ**



Fuente: México. S.A.R.H., 1994.

CUADRO No. 1**TENDENCIA DE LA SUPERFICIE SEMBRADA
CON MAÍZ PARA FORRAJE.**

| AÑO | NIVEL | SUP. SEMBRADA (Ha.) | PRODUCCIÓN (Ton.) |
|------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|
| 1989 | ESTATAL * | 6,515 | 356,028 |
| | NACIONAL | 128,060 | 3,003,448 |
| 1990 | ESTATAL | 7,929 | 459,475 |
| | NACIONAL | 138,999 | 3,588,080 |
| 1991 | ESTATAL | 8,075 | 518,219 |
| | NACIONAL | 178,957 | 4,160,355 |
| 1992 | ESTATAL | 12,065 | 532,305 |
| | NACIONAL | 165,708 | 4,058,531 |
| 1993 | ESTATAL | 9,103 | 424,671 |
| | NACIONAL | 173,764 | 4,580,072 |

Fuente: SARH. *Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos*. Tomos I y II, 1989, 90, 91, 92 Y 93.

* Estado de México.

CUADRO No. 2**PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE MAÍZ
PARA FORRAJE EN 1993.**

| ESTADO | SUPERFICIE SEMBRADA (HAS.) | PRODUCCIÓN TOTAL (TON.) | RENDIMIENTO POR HA.* |
|----------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Jalisco | 78,973 | 2,357,433 | 29.85 |
| Chihuahua | 42,774 | 610,915 | 14.28 |
| Aguascalientes | 22,869 | 620,778 | 27.14 |
| México | 9,103 | 424,671 | 46.65 |

Fuente: S.A.R.H., *Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos* Tomo 1, 1993.

* Este valor se determinó al dividir la producción total entre la superficie sembrada que se reporta para cada Estado.

5.2 POTENCIAL PRODUCTIVO DEL MAÍZ.

El maíz es una planta que se caracteriza por su gran capacidad de adaptación y elevados rendimientos *. Algunas cualidades que lo hacen un cultivo "colonizador" según Arturo Warman (1988, p.88), son: la resistencia, precocidad, adaptabilidad y bajos requisitos de inversión y de trabajo que permiten obtener rendimientos altos. Debido a ese carácter "colonizador" es posible:

"encontrar maíz cultivado desde las costas del Golfo y del Pacífico hasta más de 3,000 m.s.n.m., con temperaturas medias mensuales, durante su ciclo vegetativo, de 20 grados C. en las zonas más cálidas, hasta 12 grados C., o menos en promedio mensual" **.

Este potencial productivo alto, está determinado por la acción de numerosos genes que controlan el rendimiento a través de los procesos fisiológicos de la planta. En este sentido, su capacidad de adaptación y producción es el resultado de:

"La interacción entre fotosíntesis, respiración, translocación y otros procesos fisiológicos que determinan el rendimiento, mismo que tenderá a ser máximo, según sea más precisa y balanceada la interacción, cuya expresión está sujeta a modificación por efectos ambientales sobre algunos de los cuales el hombre interviene

.....
* "Solamente el sorgo tiene posibilidades de competir con éxito en rendimiento y calidad de forraje. El maíz, sin embargo, puede aventajar a los sorgos en digestibilidad". Peñagaricano (s.a., p. 44).

** LUIS MANUEL GARCÍA DEL TORO. *Rendimiento de híbridos simples, dobles y de tres líneas de maíz (Zea Mays L.). Limitaciones y ventajas de la producción de su semilla.* U.N.A.M., México, 1989, p. 10.

con las prácticas culturales". *

Esta interacción metabólica se ve favorecida, en el maíz, por la arquitectura estructural y fisiológica que presenta la planta y que se puede resumir en los siguientes términos: "Ruta fotosintética de alta eficiencia (C-4), utilización de energía radiante interceptada con alta eficiencia bajo niveles intensos de luz, presencia de hojas separadas asegurando ventilación dentro del dosel y exposición favorable a la luz", tallo fuerte y alto, sistema de raíces abundante y tejido vascular amplio y eficiente.

Este conjunto de caracteres morfológicos y procesos fisiológicos de la planta, están relacionados con los componentes del rendimiento y, en el caso del maíz, permiten concebir a este cultivo como uno de los más prometedores, sobre todo por las diversas posibilidades que ofrece para mejorarse genéticamente.

De manera más precisa, los componentes morfológicos del rendimiento son: "altura y peso de la planta, área foliar por planta, peso y dimensiones de la mazorca, número de granos por hilera y número de hileras por mazorca". **

Los componentes fisiológicos del rendimiento son el resultado de procesos como la movilización y distribución de fotosintatos, respiración, actividad enzimática, área foliar, tasa de asimilación neta, tasa de fotosíntesis, crecimiento de la raíz y absorción de

.....

* GERMÁN GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ. *Relaciones fuente demanda mediante defoliación de los híbridos de maíz H-30, H-31 y 11-137E*. U.N.A.M., México, 1984, p. 5.

** Juan MARTÍNEZ SOLÍS Y SALVADOR VEGA GRADILLA. *Análisis de crecimiento y componentes del rendimiento de siete variedades de maíz bajo el efecto N, P, K y densidad de plantas en Calimaya, Estado de México*. U.N.A.M., México, p. 8-9.

nutrientes; se manifiestan en la tasa de crecimiento del cultivo y la producción de M. S..

5.3 OBTENCIÓN, EMPLEO Y VENTAJAS DE MATERIALES HÍBRIDOS.

El desarrollo de la investigación en México para mejorar genéticamente al maíz se dio a partir de 1943 y fue el resultado del acuerdo firmado entre la fundación Rockefeller y la Secretaría de Agricultura.

"Como consecuencia de este acuerdo se constituyó la Oficina de Estudios Especiales para formar investigadores y realizar investigaciones bajo la asistencia técnica de los norteamericanos. Los primeros resultados estuvieron a la vista en 1950 con la obtención de las primeras variedades mejoradas de trigo y maíz, dentro de lo que vino a denominarse revolución verde". *

El método empleado en el mejoramiento genético del maíz se basa en dos procesos biológicos: la endogamia u homocigosis y la heterocigosis. El primero de ellos, consiste en autofecundar o cruzar individuos de polinización libre más o menos

.....

* Para mayor información consultar el capítulo II del libro: FRANCISCO GOMEZJARA Y PÉREZ RAMÍREZ. *La lucha por la tierra debe ser contra el capital*. Nueva Sociología, México, 1982.

emparentados; induciendo así la cosanguinidad que ocasiona a la larga, un gradual debilitamiento en la descendencia. Es decir, provoca "una reducción gradual del vigor vegetativo y, por lo tanto, de la fertilidad". *

La endogamia se debe realizar durante 5 a 7 generaciones; su desarrollo permite eliminar "los genes recesivos desfavorables que producen una reducción del rendimiento y que están enmascarados por su alelo dominante (...), se eliminan cuando se desechan las plantas débiles y no convenientes" **. Este proceso termina cuando los caracteres deseables permanecen constantes, dando por resultado líneas puras de diversa procedencia y reducido vigor vegetal.

El siguiente paso consiste en la realización de cruzas entre las líneas puras para la recuperación del vigor vegetal o vigor híbrido; es decir, se trata de obtener materiales que reúnan las mejores características de sus progenitores con el fin de superarlos en cuanto a su capacidad productiva.

La recuperación del vigor, que por lo general se da en los descendientes de la cruce de dos o más líneas, es lo que se conoce como vigor híbrido y es el resultado de la recombinación de genes favorables que se da durante la cruce. Esta recombinación es lo que se conoce como heterosis. Sin embargo, la heterosis no siempre se traduce, fenotípicamente, como vigor híbrido, ya que este "depende más de una posibilidad aleatoria, que de un criterio consciente de seleccionar los genes que produzcan los mejores heterocigotos" ***. Por lo tanto, el vigor híbrido siempre es la expresión de la

.....

* ROBERTO BARTOLINI. *El maíz*. Mundi-Prensa, Madrid, 1990, p. 30.

** JOHN MILTON POEHLMAN. *Mejoramiento genético de las cosechas*. Limusa, México, 1986, pp. 271-272.

*** JOSÉ LUIS MONTECILLO TELLEZ. *Uniformidad y vigor híbrido en los componentes del rendimiento en las cruces simples hembra y macho del híbrido de maíz H-30, al aumentar dos ciclos más de endogamia en sus líneas básicas*. U.N.A.M., México, 1986, p. 12.

heterosis, pero no siempre la heterosis se traduce en vigor híbrido.

La importancia del vigor híbrido consiste en que:

"frecuentemente da por resultado el incremento de los rendimientos, madurez precoz, mayor resistencia a insectos y enfermedades, plantas más altas, mayor número y peso de los frutos incremento del tamaño o del número de partes de la planta o de otras características externas o internas". *

Existen diferentes materiales híbridos y se denominan de acuerdo a las cruzas que les dan origen:

Maíz de cruce simple o híbrido de cruce simple.- este maíz es la descendencia de la cruce de dos líneas autofecundadas; es heterocigoto para todos los pares de genes en que difieren las líneas progenitoras **, y por lo tanto, se caracterizan por poseer una capacidad productiva superior a otros híbridos debido a que "en ellos el fenómeno de la heterosis se manifiesta en su máximo grado"***.

Sin embargo, presentan dos limitantes; por un lado el costo de la semilla es alto y por el otro "tienen una notable reducción de su capacidad productiva si se utilizan en zonas de características pedoclimáticas no idóneas, o si las técnicas culturales aplicadas no son

.....
* ROBERT W. JUGENHEIMER. *Maíz. Variedades mejoradas y producción de semillas*. Limusa, México, 1990, p. 90.

** JOHN MILTON POEHLMAN. *Op. cit.* p. 21.

*** ROBERTO BARTOLINI. *Op. cit.* p. 21.

las adecuadas" *, esto debido a que tienen una base genética limitada.

Maíz de cruza doble o híbrido de cuatro vías.- Este material se obtiene al cruzar dos híbridos simples. Se caracterizan por adaptarse mejor a diversos ambientes debido a que tienen una base genética más amplia, sin embargo, su potencial productivo es el más bajo de las cruzas que aquí se mencionan, lo mismo que el costo de su semilla.

Maíz de tres elementos o cruza de tres vías.- Son la descendencia que se obtiene de la cruza entre una línea pura o autofecundada y una cruza simple. Estos materiales tienden a ser más uniformes y productivos que los materiales de cruza dobles, pero sin igualar a los materiales de cruza simple; se dice que este tipo de híbridos se desarrolló "con objeto de aumentar la adaptabilidad de los primeros (cruza simple) y la capacidad productiva de los segundos (cruza doble)".

Como ya se mencionó, los materiales híbridos manifiestan, por lo general, un incremento en su potencial productivo, sin embargo, demandan condiciones ambientales y manejo técnico para expresarlo, de lo contrario, sus rendimientos serán bajos. Para evitar este problema, es necesario elegir correctamente el maíz híbrido que más se adapte a las condiciones existentes en cada zona, como son: características pedoclimáticas, ciclo vegetativo del cultivo y destino comercial de la producción.

Aunado a la capacidad de producir rendimientos significativamente más elevados, hay que mencionar que los materiales híbridos producen grano y forraje de mejor calidad, presentan mayor resistencia al acame y son menos susceptibles al ataque de plagas y enfermedades.

.....

* *Ibid.* p. 22.

A pesar de las bondades que ofrecen estos materiales cuando se producen en las condiciones apropiadas, "el empleo de variedades mejoradas no es tan común. Se calcula que únicamente se utilizan en un 26 a 32 % de la superficie sembrada, a pesar de que se empezó a disponer de ellas desde hace unos cuarenta años". *

Probablemente, una de las causas que impiden el uso de las variedades mejoradas se debe a la falta de investigación y desarrollo de nuevas variedades para cada zona del país. En este sentido:

"Para las zonas de más de 2,000 m.s.n.m. [México], casi no hay híbridos desarrollados específicamente para estas condiciones ambientales. Los materiales que se siembran en estos lugares, o son variedades criollas, o híbridos que tienen muchos años en el mercado y problemas de acame principalmente". **

* HIBON ALBERIC, et al. *El maíz de temporal en México: tendencias, restricciones y retos. Revista de Comercio Exterior*, Vol. 43, No. 4, abril de 1993, p. 311-327.

** ALPURA. *Evaluación de híbridos de maíz para ensilar*. México, 1992, p. 4.

5.4 CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN HÍBRIDO PARA PRODUCCIÓN DE FORRAJE.

En cuanto al cultivo de maíz para forraje, anteriormente se manejaban variedades con abundante follaje y poblaciones de hasta 120,000 plantas por Ha. buscando con ello altos rendimientos en materia verde. Este criterio ha cambiado; ahora se busca elevar el contenido de grano y evaluar los rendimientos considerando el porcentaje de M. S., " la cual, desde el punto de vista forrajero, es el factor importante a considerar." *

" Parece totalmente superado el concepto, según el cual [...] era indispensable tener una planta de gran tamaño y con una elevada producción de masa verde (...). Debe considerarse que el grano en estado de maduración cerosa ** representa casi el 40 % del peso seco total de la planta y que su valor nutritivo es tres veces superior al de la parte vegetativa. Según esto, el grano representa alrededor del 65 % de la producción total de unidades forrajeras *** por Ha." ****

La mayoría de las plantas forrajeras se cultivan para aprovechar sus hojas y tallos. Por tal motivo, el momento en que se cosechan viene a coincidir con la floración debido a que es en esta etapa cuando alcanza el máximo valor nutritivo. La excepción a esta regla, casi general, la constituye el maíz para forraje, ya que según se señaló, es el grano el que contiene mayor cantidad y calidad de nutrimentos *****. Es por ello que debe considerarse, antes que cualquier otra característica, una elevada aptitud para producción de grano. Por lo tanto, "un buen híbrido de grano se comporta bien como una variedad para producir un buen ensilado".

* RICHARD J. DELORIT y HENRY L. AHLGREN. *Producción Agrícola*. C.E.C.S.A., México, 1986, P. 102.

** El contenido de M. S. en la planta es, en este estado, aproximadamente, el 25 %.

*** En función del destino que el organismo animal da a la energía aportada, se manejan dos tipos de unidades forrajeras: unidad forrajera para producción de Carne que equivale a 1,855 Kcal., y unidades forrajeras para producción de leche equivalente a 1,730 Kcal.. MIGLIORINI (1984, p. 98).

**** ROBERTO BARTOLINI. *Op. cit.* p. 21.

***** MANUEL LLANOS COMPANYY. *El maíz: su cultivo y aprovechamiento*. Mundi -Prensa, Madrid, 1984, p. 217.

Otros factores que también deben considerarse son:

1. "Capacidad de mantener su follaje verde el mayor tiempo posible, ya que representa un contenido de fibra menos lignificada, garantiza un buen estado sanitario, mejor palatabilidad para el ganado, menos pérdidas en la recolección y mayor contenido de caroteno". *
2. Alta relación grano-planta entera.
3. Resistencia al acame.
4. Resistencia al ataque de plagas y enfermedades.

5.5 ÉPOCA DE CORTE.

Existe una relación importante entre el rendimiento y la calidad del forraje. Farmer and Stockbreeder (1970, p. 15), señala que "la composición de los forrajes y la fase de crecimiento en que se corten determinan la calidad y digestibilidad del producto [...]."

Al prolongarse el tiempo de corte, es decir, al cortarse en un estado de madurez más avanzado, el contenido de materia seca aumenta; sin embargo, al aumentar la madurez del cultivo se incrementa el contenido de lignina en el forraje afectando su digestibilidad. "La elección de la fecha en que han de segarse los forrajes, dependerá, finalmente, de la importancia relativa que se preste al rendimiento, por una parte, y a la

.....
* ROBERTO BARTOLINI. *Op. cit.* p. 21.

concentración de materia orgánica digestible por otra" *, ya que la composición de los forrajes varía según las distintas fases de madurez. En el caso del maíz, el momento más oportuno de cosecha, coincide con el estado masoso del grano. En esta etapa la planta de maíz contiene, aproximadamente, 70 % de humedad; los granos están completamente llenos y macizos, pero con la humedad suficiente como para ser rotos con la uña del pulgar. **

En opinión de Robles (1983, p. 76), "la cosecha para forraje, se debe realizar entre el estado lechoso a masoso, pero de preferencia en el último, por ser cuando se obtiene el equilibrio de máxima calidad y el óptimo de rendimiento". Si el corte se hace después del momento indicado, "disminuye la producción de proteína bruta y aumenta la celulosa, lo que determina una reducción gradual del valor nutritivo".

En el caso contrario, es decir, si el maíz se corta antes del momento indicado, se reducirá el rendimiento en materia seca, se afectará la calidad del forraje por el bajo contenido de grano en la mazorca y se incrementará la cantidad de agua en el forraje. Este último efecto es importante, sobre todo al momento de ensilar, ya que incrementa el costo del transporte por llevar más agua al silo, se dificulta la fermentación del producto y se reduce la calidad del silo por el lavado de nutrientes solubles. Según Mc Donald (1985, p. 404), el líquido drenado contiene azúcares, compuestos solubles de minerales y ácidos orgánicos. Sin embargo, existen dos circunstancias concretas en las cuales se recomienda cortar el maíz antes del momento indicado. El primero está determinado por la sequía. Cuando ésta se presenta :

"las hojas pueden secarse antes de que los granos hayan alcanzado

.....
* FARMER and STOCKBREEDER. *Conservación de forrajes*. Academia, España, 1970, p. 41.

** RICHARD J. DELORIT y HENRY L. AHLGREN. *Op. cit.* p. 25.

el estado de dentado completo y en esas condiciones es cuerdo ensilar el maíz de inmediato. En forma similar, el maíz que se ha helado debe ser cortado para ensilarlo tan pronto como sea posible. El retardo en la cosecha produce pérdida de la hoja y también un acomodo más malo en el silo, lo que favorece, a su vez, el desarrollo de mohos. **

5.6 CALIDAD NUTRITIVA DEL MAÍZ COMO FORRAJE.

La calidad del maíz como forraje está determinada por tres aspectos básicos que están íntimamente relacionados por lo que no es posible verlos de manera aislada. Estos aspectos son: el nutritivo, que se relaciona con el aporte de proteínas, carbohidratos, lípidos, además de vitaminas y minerales; la digestibilidad, que se refiere a la cualidad que presenta un forraje para ser asimilado o "digerido" y, finalmente, por la aceptación o palatabilidad del forraje por parte del ganado.

En relación al aspecto nutritivo, el maíz es un forraje que se distingue por su alto contenido de carbohidratos que representan el 80 % de los elementos nutritivos del ensilado lo que le confiere una buena digestibilidad y un alto valor energético" **. Este aspecto también favorece la palatabilidad del forraje y la preparación de un ensilaje adecuado.

.....
* *Ibid* p. 27.

** MANUEL LLANOS COMPANY. *Op. cit.* p. 25.

El contenido de proteína en el maíz es bajo y de mala calidad aunque no despreciable. Son los granos los que aportan la mayor cantidad de proteínas; su contenido es del ocho al 10 %. En este sentido, el 20 % proviene del embrión y el 80 % del endospermo. Las proteínas que pertenecen al primer grupo están bien balanceadas en cuanto al contenido de aminoácidos. Las proteínas del endospermo, zeína principalmente, presentan serias deficiencias en cuanto al contenido de los aminoácidos triptofano y lisina, por lo que es necesario complementar la alimentación del ganado con otras fuentes de proteínas ricas en dichos aminoácidos. Este problema se presenta en animales monogástricos ya que los rumiantes (ganado vacuno, caprino y lanar), presentan una microflora bacteriana en su rumen que les permite sintetizar lisina a partir de proteínas que no contengan este aminoácido.

A pesar de esta deficiencia, es posible afirmar que "tallos, hojas y mazorcas constituyen un excelente alimento para el ganado, superior en forma fresca o ensilado a otros forrajes, por lo que representa para el ganadero la fuente más económica de unidades forrajeras". *

El contenido de grasa es aceptable. El aporte de vitaminas y minerales, en el maíz es bajo ya que contiene muy pequeñas cantidades o carece totalmente de algunos de estos componentes. Es por ello que se hace necesario recurrir a la "corrección del silo con fósforo, sodio y azufre".

A continuación se muestra la composición aproximada de la materia seca que contiene el grano.

.....

* ROBERTO BARTOLINI. *Op. cit.* p. 21.

| | |
|---------------|--------|
| Carbohidratos | 80.0 % |
| Proteínas | 10.0% |
| Aceite | 4.5% |
| Fibra | 3.5% |
| Minerales | 2.0% |

Fuente: Jugenheimer, Robert W. *Maíz. Variedades mejoradas y producción de semillas.* Limusa, México, 1990.

En relación a la información bromatológica del ensilado de maíz sin mazorcas, muestra A, ensilaje de maíz maduro, con buenas mazorcas, muestra B, y ensilaje de mazorcas de maíz, muestra C, se anexan los siguientes cuadros:

| MUESTRA A: ENSILAJE DE MAÍZ SIN MAZORCA | | | |
|---|--------|--------|-----------|
| MEDIA | | | |
| % | Húmedo | Seco | +.- C. V. |
| M. S. | 27.20 | 100.00 | 13 |
| F. C. | 8.70 | 32.10 | 8 |
| E. e. | 0.70 | 2.40 | 20 |
| E. l. de N. | 13.80 | 50.70 | |
| PROTEÍNA | 2.00 | 7.20 | 10 |
| CA % | 0.10 | 0.38 | 51 |
| Mg | 0.08 | 0.31 | 57 |
| P | 0.05 | 0.19 | 16 |
| K | 0.39 | 1.43 | 38 |

Fuente: Consejo Nacional de Investigaciones de los E.U.A.,
Departamento de Agricultura del Canadá.

| MUESTRA B: ENSILAJE DE MAÍZ MADURO, CON BUENAS MAZORCAS. | | |
|--|--------|--------|
| MEDIA | | |
| % | Húmedo | Seco |
| M. S. | 27.90 | 100.00 |
| F. C. | 7.30 | 26.30 |
| E. e. | 0.80 | 2.70 |
| E. l. de N. | 15.70 | 56.40 |
| Proteína | 2.30 | 8.40 |
| Ca | 0.008 | 0.28 |
| Mg | 0.05 | 0.18 |
| P | 0.06 | 0.21 |
| K | 0.26 | 0.95 |

Fuente: *Consejo Nacional de Investigaciones de los E.U.A.,
Departamento de Agricultura del Canadá.*

| MUESTRA C: ENSILAJE DE MAZORCAS DE MAÍZ. | | |
|--|--------|-------|
| MEDIA | | |
| % | Húmedo | Seco |
| M. S. | 43.4 | 100.0 |
| F. C. | 5.1 | 11.8 |
| E. e. | 1.6 | 3.8 |
| E. l. de N. | 30.7 | 70.7 |
| Proteína | 3.8 | 8.8 |

Fuente: *Consejo Nacional de Investigaciones de los E.U.A.,
Departamento de Agricultura del Canadá.*

En relación a la digestibilidad del maíz, ésta se determina, básicamente, por el momento de la cosecha. Como ya se señaló, existe una relación entre calidad (digestibilidad) y rendimiento en M. S. *. La pérdida de azúcares durante la fermentación en el ensilado, disminuye la digestibilidad del maíz **, sin embargo, la disminución es casi nula si se agrega un conservador eficaz al momento de ensilar y tiene una relación inversamente proporcional con el contenido de ácido láctico, ya que "la disminución de la ingestión es menor en ensilados con alto contenido de ácido láctico y bajos niveles de ácido acético, butírico y propiónico". Una conservación deficiente del maíz ensilado, ocasiona una disminución en la aceptación. Un contenido de M. S. alto, influye para que el ganado consuma voluntariamente un volumen mayor de maíz ensilado.

Debido a la importancia que tiene el proceso del ensilado en la calidad del forraje, es posible mencionar que ésta última "viene a ser una medida de la eficacia del proceso, de la cuantías de las pérdidas de principios nutritivos y de la aceptación relativa por los animales. ***

.....

* MANUEL LLANOS COMPANYY. *Op. cit.* 25.

** GUILLERMO ALFONSO DE LA TORRE GEA. *Efecto de la adición bacteriana sobre el proceso de la fermentación y la calidad terminal del ensilado de maíz*. U.N.A.M., México, 1993, p. 31.

*** H. D. HUGHES, MAURICE E. HEAT Y DARRELL S. METCALFE. *Forrajes. La ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos*. C.E.C.S.A., México, 1984, p. 581.

5.7 ENSILAJE DE MAÍZ.

La necesidad de disponer de forraje en las etapas críticas hace necesario el empleo de métodos de conservación como son el henificado y el ensilado, empleándose este último en el caso del maíz. La conservación del forraje tiene como finalidad "conseguir un producto duradero de adecuado valor nutritivo, con mínimas pérdidas y a un costo razonable de capital y trabajo". *

Como ya se señaló, no existe ningún forraje que pueda satisfacer todas las necesidades nutrimentales que demanda el ganado. Sin embargo, la conservación de forrajes y, en el caso particular del maíz, el silo permite:

" Tener un conocimiento mucho más completo, tanto de la cantidad administrada como de la calidad (digestibilidad, nivel proteico, etc) de los forrajes conservados, lo cual permitirá administrar los suplementos adecuados para corregir cualquier tipo de deficiencia (en calidad y cantidad) de los forrajes consumidos".

Esta situación se traduce en una ventaja muy importante del manejo de maíz ensilado, ya que permite la corrección y complementación de las deficiencias de proteínas, vitaminas y minerales ya señalados que presenta este cultivo en estado verde y aún después de ensilado.

El ensilaje es un proceso de conservación en verde de la hierba o forraje con un

.....
* FARMER and STOCKBREEDER. *Op. cit.*, p.27.

determinado grado de humedad y con pérdidas mínimas del valor nutritivo y materia seca". Las pérdidas que se mencionan varían de un 15 a 20 % del valor nutritivo que contiene el forraje ensilado con respecto al valor nutritivo del maíz en estado verde original.

Los elementos nutritivos que más se ven afectados por el proceso de ensilaje son las proteínas;

"En el momento de cosechar, el nitrógeno proteico (componentes nitrogenados no solubles en agua), pueden suponer del 75 al 85 % de todos los compuestos nitrogenados. Después de estabilizado el silo, esta proporción es solo del 50 % ".**

Por lo que respecta a los carbohidratos, las pérdidas que estos sufren, son mínimas ya que apenas representan el 6 %, aproximadamente. La excepción en cuanto a pérdidas la constituyen los minerales que contiene la planta de maíz ya que estos:

"Experimentan con el ensilado unas transformaciones muy pequeñas en comparación con la descomposición de la materia orgánica. Por ello se observa un incremento relativo (tanto por ciento sobre materia seca) del contenido en componentes minerales medidos como ceniza. Solamente el potasio se reduce apreciablemente ".

Esta limitante causada por la pérdida de nutrientes puede compensarse y corregir su deficiencia al momento de preparar el silo. En el caso de las proteínas, la corrección consiste en añadir 15 gr. de urea por kg. de M. S., o bien, 25 gr. de urea por 100 kg. de

.....
* GUILLERMO ALFONSO DE LA TORRE. *Op. cit.* p. 32.

** MANUEL LLANOS COMPANY. *Op. cit.* p. 25.

peso vivo del animal *. Se debe tener cuidado de no rebasar las dosis indicadas, ya que un exceso o mala distribución puede provocar "incremento de ácidos orgánicos (el ácido acético se pasa del 1.5 a 2 %) e incluso una reducción de los nitratos, cuya presencia en dosis elevadas provoca fenómenos perjudiciales, como asfixia, debido a la incapacidad de los glóbulos rojos para transportar oxígeno". **

El ensilado es, básicamente, un proceso de fermentación en el que intervienen bacterias, enzimas, azúcares, proteínas y oxígeno. Consta de dos fases: la primera se realiza en presencia de aire, fase aerobia, y la segunda en ausencia de este elemento por lo que se denomina fase de fermentación anaerobia.

Esta última consta de cuatro etapas. Los sucesos que ocurren en cada etapa son los siguientes:

1. Fase aerobia o fase de respiración.- En esta etapa, el aire que quedó atrapado entre el forraje, aun después de compactado, es utilizado por las bacterias aerobias existentes en la cosecha y por las células del material verde que continúan vivas, aun después del corte, para la degradación del azúcar que en ellas se encuentra. Se produce bióxido de carbono y calor además de otros productos finales como son los ácidos acético y butírico que más tarde serán utilizados por lactobacilos para producir ácido láctico. Esta etapa finaliza cuando el oxígeno presente en la masa del forraje es consumido completamente.

.....

* ROBERTO BARTOLINI. *Op. cit.* p. 21.

** MANUEL LLANOS COMPANYY. *Op. cit.* p. 25.

2. Fermentación anaerobia:

1a. Etapa.- Inicia la actividad de los microorganismos anaerobios cuya vida es corta debido al aumento de acidez causada por su propia actividad. Esta etapa se caracteriza por la formación de los ácidos acético y butírico.

2a. Etapa.- Se inicia la fermentación ácido-láctica.

3a. Etapa.- La producción de ácido láctico alcanza sus valores máximos lo que ocasiona que el pH disminuya de 4 a 4.2, en el caso del maíz. El aire desaparece y no ocurren más cambios.

4a. Etapa.- El forraje se encuentra en estado de quiescencia por tiempo indefinido mientras se mantengan excluidos el aire y el agua. Si esto no se pudiera evitar, el agua lavaría la presencia de ácidos en el forraje ocasionando un incremento en el pH. Esto y la entrada de aire provocaría la reactivación de los microorganismos aerobios quienes transformarían los carbohidratos solubles y el ácido láctico en ácido butírico que es indeseable para la conservación del forraje. *

Es importante señalar que el calor que se produce en la etapa de la respiración o fermentación aerobia, se traduce en pérdida de energía del forraje por lo que se debe reducir al máximo. Para ello es importante cosechar los forrajes con el contenido adecuado de M. S. y agregar, de ser necesario, carbohidratos solubles que favorezcan una rápida fermentación láctica, melaza por ejemplo, a razón de 1 %, según Gross (s. a., p. 85).

Un buen ensilado requiere, por lo tanto, de un forraje con los niveles óptimos de

.....

*AG-BAG CORPORACIÓN. *Fundamento y práctica del ensilaje en bolsa*. México, 1993.

humedad y M. S. ya que "no existe ninguna técnica que permita conseguir un producto de primera calidad a partir de materiales que no posean las características adecuadas para una fermentación satisfactoria. "

Una vez reunido este requisito, es necesario picar bien el forraje, compactarlo perfectamente y aislarlo cuidadosamente del medio exterior. Los principales problemas para obtener un buen silo se originan cuando no se observan las condiciones señaladas. Los problemas que originan son:

1. Recolección de forraje muy seco (contenido de M. S. superior al 30 %). Pérdidas durante el corte y la recolección; problemas al momento de hacer la compactación.

2. Deficiente compactación del silo. Provoca que se incremente la degradación de los nutrientes por la respiración aerobia de los microorganismos presentes en el forraje.

3. Recolección de forraje tierno. Desperdicio del potencial productivo de la planta y reducción del valor nutritivo, lavado de nutrientes.

Las características que definen un buen ensilaje, según Peñagaricano (s. a., p. 263) y Gross (s. a., p. 93), son: textura firme, olor agradable, color de amarillo verdoso a verdoso marrón, sabor fuerte, picante o acre, acidez de 4 a 4.5, debe presentar en promedio más del 2 % de ácido láctico, el ácido acético no debe rebasar del 0.3 al 0.6 %, el ácido butírico debe estar exento y el nivel de amoníaco debe ser menor al 10 %.

.....

** *Supra.* véase p. 26-28.

4.8 DESCRIPCIÓN VARIETAL DE LOS MATERIALES EMPLEADOS.

ASGROW.

A-791. Este maíz es un híbrido triple, de madurez intermedia. Los días a floración y cosecha son de 69 a 80 y de 150 a 160, respectivamente. Su grano es de color blanco cremoso y semidentado. La altura de la planta y la mazorca es de 2.20 a 2.60 m y de 1.30 a 1.60 m, respectivamente. Su área de adaptación es de 1,000 a 1,900 m.s.n.m.. Las plantas son uniformes y de buena apariencia; las mazorcas son largas, con granos de alto peso específico. Es tolerante a pudriciones del tallo.

CARGIL.

C-25. La duración del ciclo vegetativo de este material es de 170 a 180 días, la altura de la planta es de 2.20 a 2.80 m y la de la mazorca de 1.20 a 1.70 m. Su grano es de color blanco y dentado. Es resistente al carbón de la espiga y tizón, presenta muy baja pudrición de mazorca. El área de adaptación para este material está comprendido entre los 1,700 y 2,200 m.s.n.m..

ASPROS.

AN-445. Este maíz es un híbrido doble para ambiente tipo bajo (de 1,100 a 1,800 m.s.n.m.). Fue generado por el Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Es tolerante al acame y su grano es grande y semicristalino. Los días a floración y madurez son de 70 a 75 y de 135 a 140, respectivamente. La altura de la planta varía de 2.20 a 2.50 m, y la de la mazorca de 1.10 a 1.30 m. Presenta baja pudrición de la mazorca.

AN-447. Este material es un híbrido triple generado por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, para condiciones tipo bajo. Florece entre los 75 y 80 días. Requiere para su maduración de 140 a 145 días y tiene una altura de planta de entre 2.50 y 2.80 m; la mazorca se encuentra entre 1.20 y 1.40 m de altura. Es resistente al acame, presenta muy baja pudrición de mazorca, su grano es blanco y sedimentado. Es tolerante a enfermedades foliares.

H-33. Híbrido de alto rendimiento, de cruzada doble, tardío, generado por el I.N.I.F.A.P. para alturas de 2,200 a 2,600 m.s.n.m.. Días a floración: 120, altura de planta 2.60 m y 1.60 m para la mazorca. Presenta buena tolerancia al acame, su grano es semicristalino y de color blanco cremoso.

PIONEER.

P-3292. Este material es un híbrido de cruzada doble y grano blanco. Presenta buena resistencia al acame. La altura de la planta es de 2.80 m y de 1.50 m la altura de la mazorca.

GERMAIN'S.

GC-6256 W. Maíz de cruzada simple con excelente tolerancia al acame. Es resistente a fusarium y carbón, su grano es blanco. Los días a floración y madurez son 63 y 135, respectivamente. La altura de la planta es de 1.90 a 2,10 m y de 0.95 m la altura de la mazorca.

GC-6288W. Este es un maíz de cruzada simple con buena tolerancia al acame, es resistente a fusarium y carbón; su grano es color blanco. Los días a floración y madurez son 60 y 130, respectivamente. La altura de la planta varía entre 1.90 y 2,10 m. La altura de la mazorca es de 0.95 m.

GC-6260W. Maíz de cruz simple con excelente tolerancia al acame. Su grano es de color amarillo. Los días a floración y madurez son 62 y 134, respectivamente. La altura de la planta es de 2.47 m y de 1.09 m la altura de la mazorca.

V-107. La empresa distribidora de este material no maneja folletos técnicos para describir las características varietales del material en cuestión; Sin embargo, por el desarrollo que ha mostrado en campo, es posible decir que se trata de un maíz cuya planta alcanza una altura que varía de 4.10 a 4.30 m; sus tallos son delgados y frágiles, con alto índice de ruptura, produce pocas mazorcas, pequeñas, situadas a 3.0 m de altura.

CUADRO No. 3

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS VARIETALES.

| Variedad | Cruza | Días a floración | Días a cosecha m. | Altura de planta m. | Altura de mazorca m. | Tipo de grano | Área de adaptación (miles de m.) |
|---------------------|--------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|---------------|----------------------------------|
| A-791 | triple | 69-80 | 150-160 | 2.2-2.6 | 1.3-1.6 | blanco | 1.0-1.9 |
| C-25 | ... | ... | 170-180 | 2.2-2.8 | 1.2-1.7 | blanco | 1.7-2.2 |
| AN-445 | doble | 70-75 | 135-140 | 2.2-2.5 | 1.3-1.3 | blanco | 1.1-1.8 |
| AN-447 | triple | 75-80 | 140-145 | 2.5-2.8 | 1.2-1.4 | blanco | Bajo |
| H-33 | doble | 120 | ... | 2.6 | 1.6 | blanco | 2.2-2.6 |
| P-3292 | doble | ... | ... | 2.8 | 1.5 | blanco | Bajo |
| GC-6256 | simple | 63 | 135 | 1.9-2.1 | 0.95 | blanco | Bajo |
| GC-6288 | simple | 60 | 130 | 1.9-2.1 | 0.95 | blanco | Bajo |
| Gc-6260 | simple | 62 | 134 | 2.47 | 1.10 | amarillo | Bajo |
| V-107 | ... | ... | ... | 4.1-4.3 | 3.0 | blanco | V. altos |
| A-781 referencia | triple | 67-76 | 145-155 | 2.1-2.4 | 1.2-1.5 | blanco | 1.4-2.0 |

5.9 TRABAJOS DE REFERENCIA .

El departamento técnico de Alpura viene realizando trabajos experimentales desde 1990 para evaluar y seleccionar las variedades de maíz de mayor adaptación para sus zonas de influencia. Se cita a continuación parte de los resultados obtenidos de los trabajos realizados en los años 1991-92 de los ranchos Ex-hacienda de San Sebastián (Tequixquiac, México) y Follas Novas (Bajo), para el primer año y los ranchos El Garambullo (Irapuato) y Ex-hacienda de San Sebastián (E. de S. S.), del año siguiente.

En el experimento realizado en el verano de 1991, en el rancho E. de S. S., se evaluaron cuatro híbridos: AN-444, A-781, DK-B840 y DK-B850 de las siguientes empresas: Berentse, Asgrow y Dekalb, respectivamente. El híbrido H-135 de PRONASE se utilizó como testigo. Los resultados obtenidos en el experimento señalan al híbrido A-781 como el material con mejor comportamiento al rendir un total de 21 Ton. de M. S.. Los resultados completos de este material y el testigo se muestran en el cuadro No. 4. Esta misma variedad también superó, con un rendimiento total de 19.9 Ton de M. S., a los híbridos AN-444, B-850, B-840 y B-833 (testigo), en el experimento realizado en el rancho Follas Novas el mismo año. Los resultados de las dos variedades con mejores resultados se muestran en el cuadro No. 5.

En el año siguiente, 1992, el híbrido A-781, dio un rendimiento total de 14.1 Ton. de M. S., según lo muestran los resultados del experimento realizado en el rancho E. de S. S.. Este rendimiento implica una disminución del 47 % con respecto al año anterior y contrasta con las 21.2 Ton. obtenidas por este mismo material en un trabajo realizado en el área de Irapuato el mismo año. Es probable que tal comportamiento haya sido el

resultado de diferencias tanto en el manejo como en las condiciones ambientales que predominaron durante la realización de los trabajos mencionados. Los resultados completos se muestran en el cuadro número 6.

Debido a que los rendimientos obtenidos por la variedad A-781 en el ciclo 1991, en el rancho E. de S. S., superaron a un total de 17 variedades y por la cercanía geográfica al área de estudio, los datos de este material se tomaron como punto de referencia, cuadro No. 4.

CUADRO No. 4

REPORTE DE RESULTADOS. RANCHO SAN SEBASTIÁN, 1991.

| Variedad | A-781 | H-135 |
|---|--------|--------|
| Rendimiento total de M. S. Ton. | 21.0 | 19.5 |
| Rendimiento de M. S. en mazorcas. | 11.50 | 8.30 |
| Porcentaje del rendimiento de mazorcas. | 54.80 | 42.70 |
| Rendimiento de M. S. en planta Ton. | 9.50 | 11.20 |
| Porcentaje de M. S. al cosechar. | 31.20 | 23.10 |
| Altura de planta. | 2.25 | 3.13 |
| Altura de elote. | 1.19 | 1.85 |
| Acame (%). | ... | 10.00 |
| Elotes por planta. | 1.44 | 0.98 |
| Población por Ha. | 55 930 | 63 000 |

Fuente: Alpura. *Evaluación de híbridos de maíz para ensilar*, 1991.

CUADRO No. 5
REPORTE DE RESULTADOS RANCHO FOLLAS NOVAS, 1991. *

| Variedad | A-781 | DK-B850 |
|---|--------|---------|
| Rendimiento total de M. S. Ton. | 19.90 | 16.70 |
| Rendimiento de M. S. en mazorcas Ton. | 9.90 | 8.10 |
| Porcentaje del rendimiento de mazorcas. | 49.60 | 48.40 |
| Rendimiento de M. S. en planta Ton. | 10.00 | 8.60 |
| Porcentaje de M. S. al cosechar. | 27.50 | 27.50 |
| Altura de planta. | 2.26 | 2.52 |
| Altura de elote. | 1.09 | 1.27 |
| Población por Ha. | 41 670 | 10 420 |

CUADRO No. 6
RENDIMIENTOS DE LA VARIEDAD A-781, 1992. *

| Rancho | San Sebastián | El Garambullo |
|--|---------------|---------------|
| Rendimiento total de M. S. Ton. | 14.1 | 021.2 |
| Rendimiento de M. S. en mazorcas Ton. | 6.4 | 11.9 |
| Porcentaje del rendimiento por mazorcas. | 45 | 56 |
| Rendimiento de M. S. en planta Ton. | 7.7 | 10.3 |
| Porcentaje de M. S. al cosechar. | 26 | 32 |
| Altura de planta. | 2.3 | 2.63 |
| Altura de elote. | 1.33 | 1.38 |

* Fuente: Alpura. *Evaluación de híbridos de maíz para ensilar, 1991, 1992*

VI MATERIALES Y MÉTODOS.

6.1. Localización. El trabajo se realizó en el rancho La Virgen, Cuautitlán, México. Las coordenadas geográficas en que se ubica son: 99°09'08" de Longitud W y 19°40'32" de Latitud N. Las colindancias del municipio son: al NE Melchor O. Campo, al E Tultepec, al S Tultitlán y Cuautitlán Izcalli al N, NW y SW.

6.2. Suelo. "Los suelos de [...] la mayor parte [...] de la zona son de formación aluvial y se originan a partir de material ígneo derivado de las partes altas que circundan la zona. Son suelos relativamente jóvenes y en proceso de desarrollo [...], gruesos, con más de 1 m de profundidad. De acuerdo con la clasificación FAO/UNESCO de 1970, el suelo es un Vertisol Pélico, cuyas principales características son el color negro, baja susceptibilidad a la erosión, alta fertilidad. [...] por lo menos dentro de los primeros 50 cm. de la superficie presenta agrietamientos de ancho y profundidad variables". *

6.3. Clima. "El clima, según la clasificación de Köppen modificada por García, es C(Wo)(W)b(i), templado y subhúmedo con temperatura media anual de 15 a 17 grados C. y con una precipitación media anual de 600 a 700 mm.."

6.4. Diseño experimental. Se sembró en bloques completamente al azar con 10 tratamientos y tres repeticiones.

.....
* EDUARDO AMEZCUA GÓMEZ Y ANTONIO MEZA HARO. *Rendimiento y calidad de forraje de híbridos comerciales y experimentales de maíz (Zea mays, L.) para valles altos*. U.N.A.M., México, 1986, p.18.

6.5. Parcela experimental. Por las dimensiones de la parcela experimental, el trabajo se realizó a nivel semicomercial. Se sembraron 16 surcos en cada tratamiento. Las dimensiones de cada surco fueron: 200.0 m de largo por 0.80 m de ancho. La distancia entre semillas fue de 16.6 cm. y la parcela útil de 10 surcos de 60 m de largo por 0.80 m de ancho, lo que representa un área total de 480 m cuadrados.

6.6. Tratamientos. Se emplearon 10 variedades comerciales cuya descripción varietal se hizo previamente. Se empleó la misma densidad de población al momento de la siembra y el mismo manejo para cada tratamiento.

6.7. Análisis estadístico. Éste consistió en un análisis de varianza y comparación de medias por el método de Tukey al 0.05 de probabilidad para cada una de las variables.

6.8 Metodología experimental:

Preparación del Suelo. El suelo dónde se realizó el trabajo, estuvo sembrado previamente con avena. Una vez que ésta se cosechó, se procedió a preparar el terreno de la siguiente forma: Se dio un paso de rastra y una cruz a empleando para ello una rastra de 30 discos. En seguida se surcó a 0.80 m de ancho por 100 m de largo. Después de la preparación del suelo, éste se dejó descansar una semana.

Siembra. La siembra se realizó el día 21 de abril de 1993, con una sembradora neumática. Se tiraron 75,000 semillas por Ha, calculando tener una población mínima final cercana a las 60,000 plantas por Ha.. La densidad de siembra expresada en kg. de semilla por Ha. depende de la variedad y del tipo de grano. Por ejemplo, para la variedad A-791 se reportan los siguientes pesos según el tipo de grano: plano medio corto y bola media corta, 25 kg./ Ha.; plano medio y bola media, 28 kg./Ha.; plano grande y bola grande, 31 kg./ Ha., plano grande largo y bola grande larga, 33 kg./ Ha..

Fertilización. La dosis de fertilización fue: 120-100-00 y las fuentes empleadas sulfato de amonio y superfosfato de calcio triple, aplicándose todo al momento de la siembra.

Prácticas culturales. Se dio un único riego al momento de la siembra. Para el control de malezas se aplicaron, después de la siembra, tres litros de Gesaprim por Ha, concluyendo así el manejo del cultivo. Como se puede apreciar, el trabajo se realizó bajo condiciones de labranza mínima.

6.9 Parámetros evaluados.

1. **Peso y número de plantas.** Se tomó al azar un segmento de 12 m de largo para cortar, desde su base, las plantas en él localizadas. Posteriormente, se determinó su número, y su peso en una báscula de reloj.

2. **Peso y número de mazorcas.** Se recolectaron las mazorcas de un segmento de 12 m para determinar su número, y su peso en una báscula de reloj.

3. **Altura de la planta.** De un segmento de 12 m se recolectaron la primera y última plantas cortándolas desde su base para tomar su altura desde el lugar del corte a la base de la espiga. En seguida se determinó el valor promedio.

4. **Rendimiento en fresco de mazorca en Ton/Ha.** Se pesaron las mazorcas recolectadas en un área de surco de 9.6 m cuadrados (12 m por 0.80 m). El peso

obtenido se extrapoló a una Ha.. Para obtener el rendimiento en Ton/Ha, el resultado final se dividió entre 1,000.

5. Rendimiento en fresco de plantas en Ton/Ha. Se recolectaron las plantas, sin mazorcas, comprendidas en un área de surco de 9.6 m cuadrados (12 m por 0.80 m) para medir su peso. El resultado se extrapoló a una Ha.. Para obtener el rendimiento en Ton/Ha, el resultado final se dividió entre 1,000.

6. Rendimiento total en fresco dado en Ton/Ha. Se sumaron los rendimientos en fresco de mazorca y planta para obtener el rendimiento total en Ton/Ha.

7. Porcentaje de M. S. en mazorca. Se recolectaron las mazorcas de la primera y última plantas de un segmento de surco de 12 m. Posteriormente, se picaron en trozos de 1 a 2 cm. Se tomó una muestra para conocer su peso fresco y se secó hasta que su peso fue constante. El valor final se obtuvo mediante la multiplicación del peso seco por cien y el producto dividido entre el valor del peso fresco.

8. Porcentaje de M. S. en Planta. Se recolectaron, cortadas desde su base, la primera y última plantas de un segmento de surco de 12 m. Se picaron en trozos de 2 a 3 cm, se tomó una muestra para determinar su peso en fresco. La muestra se secó hasta que su peso fue constante. El resultado final se obtuvo multiplicando el valor del peso seco por cien y el resultado dividido entre el valor del peso fresco.

9. Rendimiento en M. S. de mazorcas en Ton/Ha. Para obtener este valor se multiplicó el valor del porcentaje de M. S. en mazorca por el valor del rendimiento en fresco de mazorcas en Ton/Ha y el producto dividido entre cien.

10. Rendimiento en M. S. de plantas en Ton/Ha. Este valor se obtuvo al multiplicar el valor del porcentaje de M. S. en planta por el valor del rendimiento en fresco de la planta en Ton/Ha y el producto dividido entre cien.

11. Rendimiento total de M. S. en Ton/Ha. Para obtener este dato se sumaron los rendimientos, en Ton/Ha, de M. S. de plantas y mazorcas .

12. Porcentaje de M. S. que aportan las mazorcas al rendimiento total. Para obtener esta valor, se multiplicó por cien el rendimiento de M. S., en Ton/Ha, de mazorcas y el producto se dividió entre el valor del rendimiento total, en Ton/Ha, de M. S..

13. Porcentaje de M. S. total. Este valor se refiere al contenido de M. S. que tenía el cultivo al momento de la cosecha. Su valor se determinó al multiplicar por cien el valor del rendimiento total en fresco, en Ton/Ha, y dividir el producto entre el valor del rendimiento total, en Ton/Ha, de M. S..

14. Población en miles de plantas por Ha. Para determinar el valor de la población, se multiplicó el número de plantas localizadas en un segmento de surco de 9.6 m cuadrados (12 m por 0.80 m) por 10,000 m cuadrados y el producto se dividido entre 9.6 m cuadrados.

15. Proteína cruda. Se empleó el método Kjeldahl para determinación de nitrógeno y proteína cruda.

16. Fibra Cruda.- Se utilizó el método oficial o de Weende para la determinación de fibra cruda.

VII RESULTADOS.

7.1 Análisis de Varianza.

En el cuadro No. 7 se observa que para el factor genotipos las 16 variables mostraron diferencia estadística altamente significativa.

Por lo que respecta a las repeticiones, el factor de variación no mostró diferencia significativa para ninguna de las 16 variables evaluadas.

En relación a los valores del coeficiente de variación, se observa que el valor más alto lo obtuvo la variable de rendimiento en fresco, 74.06. El valor más bajo fue para la variable altura de planta, 3.055. En general, la mayoría de las variables obtuvieron valores del coeficiente de variación aceptables.

7.2 Comparación de Medias.

En el cuadro No. 8 se puede apreciar que para la variable No. de plantas por muestra, fueron determinados tres niveles de significancia. Dentro del primer nivel sobresalen los genotipo GC-6256, GC-6288 y P-3292 que presentaron más de 60 plantas. El valor más bajo lo obtuvo la variedad 107 con 44.33 plantas .

En la variable número de elotes por muestra, fueron determinados 5 niveles de significancia. Sobresalen los genotipo P-3292 con 77 elotes, GC-6288 con 68.66, GC-

6256 con 65.33 y el A-791 con 65.33 elotes. La variedad 107 mostró únicamente 34 elotes. Esta información puede verse en el cuadro No. 8 .

Para la variable Kg. de elote por muestra, cuadro No. 8, fueron determinados 4 niveles de significancia. El híbrido A-791 alcanzó el mayor valor con 24.5 Kg.. Le siguen en importancia los híbridos P-3292 con 22.63 Kg., GC-6288 con 19.4 Kg. y el AN-445 con 19.33 Kg.. El valor más bajo lo obtuvo la variedad 107 con 12.6 Kg..

Para la variable Kg. de plantas por muestra fueron determinados 4 niveles de significancia. Dentro del primer nivel se encuentra únicamente la variedad 107 con 66.23 Kg.; le siguen los híbridos P-3292 con 57.73 Kg. y AN-447 con 57.66 Kg.. El híbrido GC-6256 solamente obtuvo 38.4 Kg. de plantas por muestra (cuadro No. 9).

Para el porcentaje de M. S. en elote, fueron determinados 2 niveles de significancia. En el primer nivel sobresale el híbrido H-33 con 47.33 %. Otros materiales que presentaron valores superiores al 40 % son: V-107, GC-6260 y GC-6288. Los valores más bajos los obtuvieron los híbridos AN-445 con 33.11 % y P-3292 con 33.76 % (cuadro No. 9).

En el porcentaje de M. S. en planta se determinaron dos niveles de significancia, cuadro No. 9. Los materiales con valores más altos son: P-3292 con 23.96 %, GC-6256 con 22.43 % y GC-6260 con 22.13 %. El valor más bajo correspondió al híbrido C-25 que obtuvo un valor de 18.24 %.

La variable rendimiento en fresco de elote, en Ton/Ha., presentó cuatro niveles de significancia. En el primer nivel, el híbrido A-791 obtuvo el mayor rendimiento con 25.52 Ton/Ha.. Otros tres materiales presentaron un rendimiento superior a las 20 Ton/Ha., ellos son: P-3292 con 23.81 Ton/Ha., GC-6288 con 20.22 Ton/Ha. y AN-445 con 20.13 Ton/Ha.. Para esta variable, la variedad 107 presentó el valor más bajo: 13.15 Ton/Ha. (cuadro No. 9).

CUADRO No. 7

**Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas
en maíz.**

| Variable | Tratamientos | Repetición | C. V. | Medias |
|-------------------------------------|---------------------|-------------------|--------------|---------------|
| 1. No. de plantas. | 179.559 ** | 7.3 N.S. | 10.304 | 59.4 |
| 2. No. de elotes. | 464.980 ** | 23.433 N.S. | 9.304 | 57.53 |
| 3. Kg./elotes. | 39.681 ** | 2.137 N.S. | 10.540 | 18.05 |
| 5. % de M. S./elote. | 58.604 ** | 25.378 N.S. | 10.273 | 38.28 |
| 6. % de M. S./planta. | 6.697 ** | 0.513 N.S. | 6.037 | 21.40 |
| 7. Rendimiento en fresco de elote. | 42.974 ** | 2.435 N.S. | 10.533 | 18.82 |
| 8. Rendimiento es fresco de planta. | 170.365 ** | 2.058 N.S. | 4.365 | 55.24 |
| 9. Rendimiento en fresco total. | 181.618 ** | 5.340 N.S. | 4.830 | 74.06 |
| 10. Rendimiento de M. S. en elote. | 6.648 ** | 1.763 N.S. | 16.581 | 7.25 |
| 11. Rendimiento de M. S. en planta. | 10.281 ** | 0.159 N.S. | 7.284 | 11.78 |
| 12. Rendimiento de M. S. total. | 19.374 ** | 3.048 N.S. | 7.084 | 19.12 |
| 13. % de Rendimiento de elotes | 93.570 ** | 15.633 N.S. | 12.434 | 37.53 |
| 14. % de M. S. total. | 11.274 ** | 5.453 N.S. | 5.241 | 25.77 |
| 15. Plantas / Ha. | 263.653 ** | 8.779 N.S. | 10.186 | 56.50 |
| 16. Altura de planta. | 0.469 ** | 0.003 N.S. | 4.227 | 3.05 |

** Altamente significativo (0.01).

N. S. No significativo.

C. V. Coeficiente de variación.

Rendimiento en fresco de plantas, Ton/Ha. (cuadro No. 10). Se determinaron 4 niveles de significancia. Para este parámetro, la variedad 107 obtuvo el valor más alto con 69.14 Ton/ Ha.. Le siguen los híbridos P-3292 con 60.15 Ton/Ha. y AN-447 con 60.06 Ton/Ha.. Seis híbridos más presentaron rendimientos por arriba de 50 Ton/Ha.. El híbrido GC-6256 presentó el valor más bajo con 40.10 Ton/Ha..

Rendimiento fresco total en Ton/Ha. (cuadro No. 10). Para esta variable se determinaron 5 niveles de significancia. Sobresalieron tres materiales con rendimientos superiores a las 80 Ton/Ha., ellos son: P-3292 con 83.76 Ton/Ha., A-791 con 82.89 Ton/Ha. y la variedad 107 con 82.29 Ton/Ha.. En el caso de la variedad 107, cabe señalar que obtuvo el rendimiento más bajo en elote y el más alto en planta, por lo que se debe reconsiderar el rendimiento total.

Para la variable rendimiento en M. S. de elotes en Ton/Ha., se muestra en el cuadro No. 10 que se establecieron 3 niveles de significancia. Dentro del primer nivel sobresalen los híbridos A-791 con 9.91 Ton/Ha., H-33 con 8.63 Ton/Ha. y GC-6288 con 8.17 Ton/Ha.. Los materiales con rendimientos más bajos fueron el híbrido C-25 con 5.05 Ton/Ha. y la variedad 107 con 5.50 Ton/Ha..

El rendimiento de M. S. en planta, en Ton/Ha., presentó 5 niveles de significancia (cuadro No. 11). La variedad 107 obtuvo el mayor rendimiento con 14.93 Ton/Ha., seguida por los híbridos P-3292 con 13.97 Ton/Ha., AN-447 con 12.962 y A-791 con 12.37 Ton/ a.. El rendimiento, del resto de los materiales varía desde 9.0 hasta 11.86 Ton/Ha., correspondiendo el valor más bajo al híbrido GC-6256.

CUADRO No. 8

Comparación de medias (Tukey 0.05 %) en variedades de maíz.

| Variedad | No. de Plantas por muestra | No. de elotes por muestra | Kg. / elote por muestra |
|----------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| GC-6256 | 66.333 A | 65.333 A B C | 17.133 B C D |
| GC-6288 | 63.333 A | 68.667 A B | 19.400 A B C |
| P-3292 | 62.000 A B | 77.000 A | 22.633 A B |
| GC-6280 | 57.667 A B C | 58.667 B C D | 17.833 B C D |
| A-791 | 56.000 A B C | 65.333 A B C | 24.500 A |
| AN-447 | 55.667 A B C | 58.667 B C D | 15.567 C D |
| H-33 | 51.333 A B C | 51.000 C D | 17.467 B C D |
| AN-445 | 46.333 B C | 49.333 D E | 19.333 A B C |
| C-25 | 46.000 B C | 47.333 D E | 14.067 C D |
| V-107 | 44.333 C | 34.000 E | 12.600 D |

CUADRO No. 9

Comparación de medias (Tukey 0.05) en variedades de maíz.

| Variedad | Kg. de plantas por muestra | | % de M. S. en elote | % de M. S. en planta | Rto. en fresco de elote Ton/ Ha. |
|----------|----------------------------|-----|---------------------|----------------------|-------------------------------------|
| GC-6256 | 38.400 | D | 37.115 A B | 22.432 A | 17.882 B C D |
| GC-6288 | 50.000 | C | 40.363 A B | 20.441 A B | 20.225 A B C |
| P-3292 | 57.733 | B | 33.780 B | 23.965 A | 23.611 A B |
| GC-6260 | 51.067 | B C | 40.698 A B | 22.132 A | 18.576 B C D |
| A-791 | 55.067 | B C | 38.593 A B | 21.574 A B | 25.521 A |
| AN-447 | 57.667 | B | 35.706 B | 21.580 A B | 16.232 C D |
| H-33 | 52.667 | B C | 47.337 A | 21.623 A B | 18.229 B C D |
| AN-445 | 48.500 | C | 33.117 B | 20.450 A B | 20.138 A B C |
| C-25 | 52.667 | B C | 34.290 B | 18.247 B | 14.670 C D |
| V-107 | 66.233 | A | 41.818 A B | 21.588 A B | 13.150 D |

CUADRO No. 10

Comparación de medias (Tukey 0.05) en variedades de maíz.

| Variedad | Rto. fresco de plantas Ton/Ha. | Rto. fresco total Ton/Ha. | Rto. en M. S. de elote Ton/Ha. |
|----------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| V-107 | 69.140 A | 82.290 A B C | 5.500 B C |
| P-3292 | 60.156 B | 83.767 A | 7.971 A B C |
| AN-447 | 60.069 B | 76.301 A B C D | 6.286 B C |
| A-791 | 57.378 B C | 82.899 A B | 9.912 A |
| H-33 | 54.861 B C | 73.089 B C D | 8.632 A B |
| C-25 | 54.861 B C | 69.530 D | 5.051 C |
| GC-6260 | 53.194 B C | 71.770 D | 7.575 A B C |
| GC-6288 | 52.083 C | 72.308 C D | 8.175 A B C |
| AN-445 | 50.520 C | 70.659 D | 6.678 A B C |
| GC-6256 | 40.104 D | 57.985 E | 6.692 A B C |

CUADRO No. 11

Comparación de medias (Tukey 0.05) en variedades de maíz.

| Genotipo | Rto. de M. S. en Planta Ton/Ha. | Rto. en M.S. total Ton/Ha. | Rto. que aportan elotes % |
|----------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| V-107 | 14.938 A | 20.438 A B | 26.667 B |
| P-3292 | 13.974 A B | 22.494 A | 37.000 A B |
| AN-447 | 12.962 A B C | 19.555 A B C | 31.667 A B |
| A-791 | 12.370 B C D | 22.282 A | 43.607 A |
| H-33 | 11.860 B C D | 20.492 A B | 41.667 A |
| GC-6260 | 11.779 B C D | 19.354 A B C | 38.667 A B |
| GC-6288 | 10.637 C D E | 18.812 A B C D | 43.000 A |
| AN-445 | 10.325 D E | 17.003 B C D | 38.667 A B |
| C-25 | 9.998 D E | 15.049 D | 32.667 A B |
| GC-6256 | 9.005 E | 15.696 C D | 41.667 A |

CUADRO No. 12

Comparación de medias (Tukey 0.05) de variedades de maíz.

| Variedad | % de M. S. total. | Plantas por Ha. (miles) | Altura de planta (m) |
|----------|-------------------|----------------------------|-------------------------|
| P-3292 | 27.370 A B | 64.533 A B | 2.930 C D |
| C-25 | 21.630 C | 39.567 D | 3.393 B |
| AN-445 | 24.073 B C | 48.233 B C D | 2.970 C D |
| A-791 | 26.830 A B | 58.300 A B C | 3.067 B C |
| GC-6288 | 26.037 A B | 65.967 A | 3.040 B C |
| AN-447 | 24.820 A B C | 58.967 A B C | 3.070 B C |
| GC-6260 | 26.947 A B | 60.033 A B C | 2.483 E |
| V-107 | 24.823 A B C | 48.867 C D | 3.927 A |
| H-33 | 28.030 A | 53.467 A B C D | 3.047 B C |
| GC-6256 | 27.097 A B | 69.067 A | 2.627 D E |

Rendimiento en M. S. total en Ton/Ha. (cuadro No. 11). Se determinaron 4 niveles de significancia. En el primer nivel sobresalen los híbridos P-3292 con 22.49 Ton/Ha., A-791 con 22.28 Ton/Ha., H-33 con 20.49 Ton/Ha. y la variedad 107 con 20.43 Ton/Ha.. El valor del resto de los genotipo varía de 19.55 a 15.04 Ton/Ha., siendo este último valor el obtenido por el híbrido C-25. Es importante señalar, en el caso de la variedad 107, la desproporción que existe entre el aporte de M. S. del rendimiento en elote y del rendimiento de M. S. en planta para la obtención del rendimiento total de M. S..

En el caso del porcentaje que aportan los elotes al rendimiento total en M. S. (cuadro No. 11), se determinaron dos niveles de significancia. Los materiales con mayor porcentaje son: A-791 con 43.60 %, GC-6288 con 43.00 %, H-33 con 41.66 % y GC-6256 con 41.66 %. El resto de los materiales obtuvieron valores de entre 38.66 % y 26.66 %, siendo este último el valor obtenido por la variedad 107.

La variable % de M. S. total mostró tres niveles de significancia. Del primer grupo sobresalen los híbridos H-33 con 28.03 %, P-3292 con 27.37 % y GC-6256 con 27.09 %. El resto de los materiales obtuvo valores que varían desde 26.94 %, hasta 21.63 %. El valor más bajo correspondió al híbrido C-25 (cuadro No. 12).

En el caso de plantas por Ha. (miles), se establecieron 4 niveles de significancia. El valor más alto fue para el híbrido GC-6256 con 69.06. Le siguen GC-6288 con 65.96, P-3292 con 64.53 y GC- 6260 con 60.03. El resto de los materiales obtuvo valores que van desde 58.96 hasta 39.56, correspondiendo este último valor al híbrido C-25 (cuadro No. 12).

En relación a la variable altura de planta, se observa en el cuadro No. 12 que se establecieron 5 niveles de significancia. En el primer nivel se encuentra únicamente la variedad 107 con 3.92 m. Le siguen en altura los híbridos C-25 con 3.39 m, AN-447 con

3.07 m, A-791 con 3.06 m, H-33 con 3.04 m y GC-6288 con 3.04 m. El valor más bajo correspondió al híbrido GC-6260 con 2.48 m.

Con relación a la información obtenida de los análisis bromatológicos, se observan los siguientes resultados:

Contenido de fibra cruda en planta. Las variedades con porcentajes más altos de fibra cruda son: V-107 con 36.0 %, C-55 con 35.2 %, P-3292 con 35.05 %, AN-445 con 33.4 %, A-791 con 32.25 % y H-33 con 30.8 %. Las variedades restantes tuvieron rendimientos por debajo del 30 %, y son: GC-6256 y GC-6260 con 28.34 % y 28 %, respectivamente.

En relación al contenido de fibra cruda en mazorca, se observan los siguientes resultados: en primer lugar, AN-445 con 23.1 %; le siguen H-33 con 22.05 %, A-791 con 21.65 %, GC-6260 con 21.45 % y GC- 6256 con 21.15 %. El resto de las variedades presentó valores inferiores al 20 %. Ellas son: V-107 con 19.35 %, C-25 con 16.6 % y P-3292 con 16.4 %.

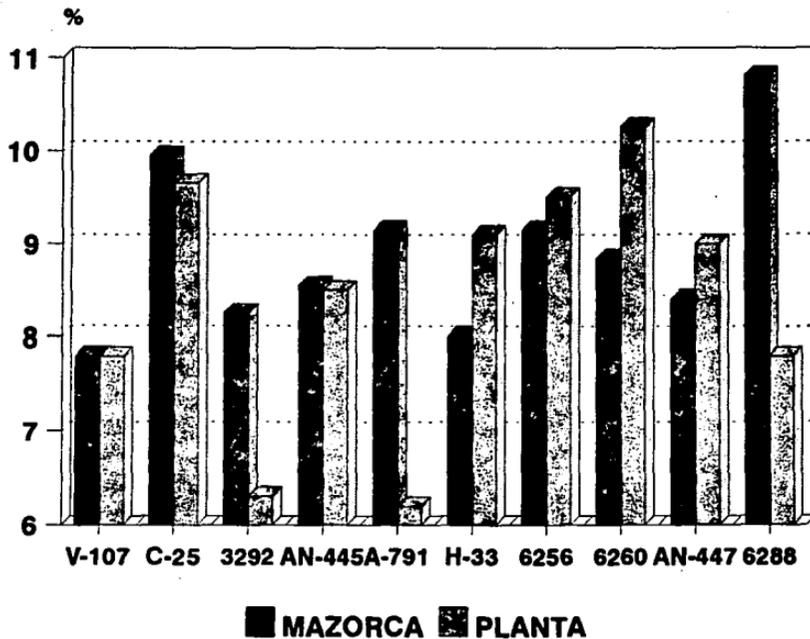
En cuanto al contenido de proteína en planta, la variedad con más alto porcentaje fue GC-6260 con 10.25 %. Le siguen en orden de importancia C-25 con 9.85 %, GC- 6256 con 9.5 %, H-33 con 9.1 %, AN-447 con 9.0 %, AN-445 con 8.5 %, GC-6288 y V-107 con 7.8 %, P-3292 con 6.3 % y, finalmente, A-791 con 6.2 %.

El comportamiento que mostraron los materiales evaluados con respecto al contenido de proteína en elote dio los siguientes resultados: GC-6288 con 10.8 %, C-25 con 9.95 %, A-791 y GC-6256 con 9.15 %, GC-6260 con 8.85 %, AN-445 con 8.55 %, AN-447 con 8.4 %, P-3292 con 8.25 %, H-33 con 8.05 % y V-107 con 7.8 %.

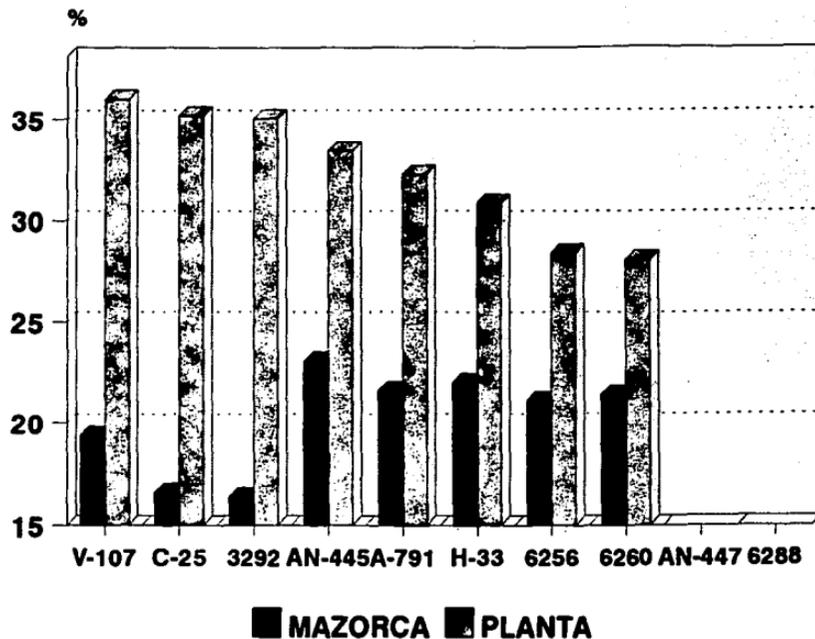
Para ilustrar esta información, se anexan a continuación las gráficas No. 2 y 3.

Se sembraron 6 variedades más junto con los materiales que aquí se reportan; 5 de ellos presentaron serios problemas de acame. Por este motivo se descartaron; Éstas variedades son: A-720, C-21, C-22, C-23 y C-24. La variedad A-781 se eliminó debido a que se informó por parte de la empresa que la produce que salía del mercado en 1994, debido a problemas en su producción.

GRAFICA No. 2 CONTENIDO DE PROTEINA



GRAFICA No. 3
CONTENIDO DE FIBRA CRUDA



VIII DISCUSIÓN.

En relación al rendimiento total en M. S., hubo cuatro variedades que superaron las 20 Ton/Ha. (cuadro No. 11), y solamente 3 de ellas no superaron el rendimiento medio de 17.9 ton/Ha. que reporta Morrison (1987, p. 268) para los E. U. A..

Como se puede apreciar, la diferencia numérica entre el rendimiento total de las cuatro variedades señaladas no es muy grande ya que desde el punto de vista estadístico, son iguales. Sin embargo, el aporte de los elotes entre ellas marca una gran diferencia estadística con respecto a la variedad 107, ya que esta presenta una proporción bastante pobre, lo cual, desde el punto de vista nutritivo, representa una calidad muy baja pues el grano representa, aproximadamente, el 40 % del peso seco total de la planta y su valor nutritivo es tres veces superior a la parte vegetativa *. La diferencia de rendimiento en M. S. que aportan los elotes de la variedad 107 es de 6 Ton/Ha. con respecto al material de referencia (A-781).

En relación a la altura de la planta, Montecillo Tellez (1986, p. 18), menciona que existe una correlación positiva entre ésta y el rendimiento de grano. De haberse cumplido dicha correlación, en el caso de la variedad 107, ésta, con sus 3.92 m de altura, habría superado ampliamente el rendimiento del resto de las variedades evaluadas que presentan una altura promedio de 3 m. Sin embargo, debido a que se trata, probablemente, de una variedad criolla, este material no manifiesta ni el vigor ni el potencial productivo de las tres variedades mencionadas: A-781, H-33 y P-3292.

.....
* *Supra.* véase p. 25.

En cuanto al rendimiento de M. S. total, la variedad A-791 superó en 1.3 ton. a la variedad de referencia (A-781). Sin embargo, esta diferencia se puede ampliar ya que la variedad A-791 se cosecho con un 26.8 % de M. S., siendo el nivel óptimo de 30 % *. Por otra parte, el porcentaje de M. S. que aportaron los elotes de las dos variedades en cuestión, señala una desventaja del híbrido A-791 y es el resultado de rendir 1.16 elotes por planta contra 1.44 de la variedad A-781.

El híbrido H-33 mostró un rendimiento en M. S. total semejante al material de referencia, ya que fue superado únicamente por 0.5 Ton. Su principal desventaja, al igual que el híbrido A-791, fue el porcentaje de M. S. que aportaron los elotes. Esta situación se hizo más grave aún, en el caso de P-3292, a pesar de haber presentado una población superior en 8,600 plantas, respecto al material citado. Por lo tanto, los rendimientos de M. S. total alcanzados por los tres materiales fueron buenos, comparados con el material citado, aunque con % bajos de M. S. aportada por elotes.

Por otra parte, desde el punto de vista numérico, se observan diferencias importantes entre las variedades A-791, H-33 y P-3292. Como ya se señaló la variedad P-3292 muestra el rendimiento total en M. S. más alto, sin embargo, numéricamente, el aporte en M. S. de los elotes es inferior a los materiales A-791 y H-33. Por lo tanto, el orden de importancia que tomarían dichas variedades, desde el punto de vista numérico y considerando las condiciones y los criterios establecidos para este trabajo, quedaría de la siguiente forma: A-791, H-33 y P-3292 .

Como era de esperarse, un material híbrido triple como el A-791, superó productivamente a dos materiales de cruce doble o de cuatro vías, que son el H-33 y el

.....
* * Sup ra. véase p. 26.

P-3292. Esto ocurrió aún cuando dicho material fue generado para condiciones tipo bajo, lo que refleja una capacidad de adaptación * mayor, aún cuando su base genética es menos diversa en relación a los materiales antes mencionados.

En relación al híbrido P-3292 de cruza doble, puede afirmarse para este caso, que su potencial productivo no fue tan bueno como el mostrado por el híbrido H-33. Es probable que la diferencia sea el resultado de una mejor capacidad de adaptación mostrada por éste último, ya que fue generado para valles altos.

Respecto a la densidad de población, cabe señalar que hubo diferencias numéricas entre estos tres materiales. La variedad P-3292 alcanzó una densidad de 64,533 plantas por Ha.; el híbrido A-791 presentó una densidad de población de 58,300 plantas por Ha. y el material H-33 presentó 53,467 plantas por Ha. Si consideramos que la densidad ideal es de 60,000 plantas por Ha. **, se puede ver que el maíz A-791 fue quien más se aproximó a dicho nivel. Es probable que esta situación se haya reflejado en el rendimiento, por lo que será necesario realizar trabajos posteriores manejando poblaciones más homogéneas.

Los materiales de cruza simple GC-6256, GC-6260 y GC-6288, se caracterizan por presentar una arquitectura de planta muy particular; sus hojas son inclinadas, lo que favorece la captación de luz solar, evita el traslape entre ellas y permite el manejo de altas poblaciones; su porte es bajo, desde 2.5 hasta 3.0 m y la altura de la mazorca es, en promedio, de 1.30 m. Sin embargo, la variedad GC-6260 presentó serios problemas de polinización que se manifestaron a través de gran número de mazorcas chimueles, además de presentar 80 % de mazorcas podridas, lo que hace muy cuestionable el 38.7

.....
* La capacidad de adaptación se entienden como la "habilidad genética de las variedades para producir un rendimiento alto y estable en ambientes diferentes". Rafael Sánchez (1993, p. 14).

** ALPURA. Recomendaciones para la siembra del maíz. México, 1993, p. 2.

% que aportaron los elotes en relación al rendimiento total en M. S..

Es probable que la presencia de mazorcas chimuelas se deba a la susceptibilidad de la planta a condiciones estresantes de sequía, ya que se presentó un periodo de temperaturas altas con cambios extremos en el periodo de floración masculina. El comportamiento de la temperatura, según lo muestra el anexo No. 1, fue caluroso los días que van del 15 de mayo al nueve de junio. Esta situación se hizo más grave por la falta de precipitación ya que únicamente el día 26 de mayo se presentó una lluvia de 6.3 mm.; del 28 de mayo al 9 de junio no llovió, de hecho, la precipitación se presentó de manera importante hasta el día 21 de junio.

Con respecto al problema de pudrición de mazorcas, convendría realizar trabajos dónde se manejen fechas anticipadas de siembra, ya que esta situación se favoreció, probablemente, por el tiempo templado y la precipitación ligera y constante que se presentó del 19 de septiembre hasta el momento de la cosecha.

La variedad GC-6256 fue de los materiales que presentaron rendimientos de M. S. total más bajos, ocupó el segundo lugar, y un elevado índice de pudrición de mazorca, 60 %. En relación a su bajo rendimiento, es probable que haya influido de manera negativa la densidad de población tan alta ya que sobrepasó con 9,000 plantas por Ha. el nivel óptimo señalado. La pudrición de mazorcas, tiene que ver con las condiciones ambientales ya señaladas. Por tal motivo, sería conveniente realizar trabajos posteriores manejando poblaciones menos altas y anticipando fechas de siembra.

La situación de la variedad GC-6288 es similar a las dos últimas variedades mencionadas, ya que de 75 mazorcas 66 estaban podridas, lo que representa el 88 %. Es por ello que se sugieren las mismas recomendaciones con respecto a las fechas de siembra.

Es importante señalar que de los 10 materiales evaluados, solamente las variedades de Germain's son cruza simples caracterizados por presentar un potencial productivo alto y deficiente capacidad de adaptación *. Por lo tanto, el comportamiento observado por los materiales en cuestión, corresponde a dicho planteamiento teórico, ya que se trata de materiales tipo bajo cultivados en valles altos y con un manejo técnico de labranza mínima.

El material AN-447 obtuvo el quinto lugar en base a su rendimiento total de M. S. con 19.555 Ton/Ha.. Sin embargo, el aporte de elotes fue de 31.667 %, inferior al 38.667 % alcanzado por el híbrido AN-445, que quedó en octavo lugar como productor de M. S. total. La diferencia entre ellos fue, probablemente, la diferencia de población, ya que el híbrido AN-447, presentó 59,000 plantas por Ha. mientras que el híbrido AN-445, solo presentó 48,200 plantas, lo que representa una diferencia de 10,800 plantas.

En relación a la diferencia de poblaciones que se presentó entre las diez variedades evaluadas, conviene señalar que ésta es el resultado de la interacción de un gran número de factores. En este sentido, Richard Delorit (1986, p. 84), menciona que, "en condiciones de campo, no siempre es posible obtener poblaciones maduras enteramente uniformes debido a pequeños errores de las máquinas, daños por insectos y enfermedades, diferencias menores en la germinación de la semilla misma y pérdidas por labores de cultivo. Aunado a esto, cabría agregar algunos factores ambientales como son: temperatura ambiente, precipitación y humedad disponible, fertilidad del suelo y daños mecánicos que pudiera presentar la semilla.

.....
* *Supra.* véase p. 22.

CUADRO No. 13

**COMPARACIÓN DE RESULTADOS EN CUARTO
VARIEDADES DE MAÍZ.**

| Variedad | A-791 | H-33 | P-3292 | A-781 (Referencia) |
|--------------------------------|-------|------|--------|-----------------------|
| Producción de M. S. ton/Ha. | 22.3 | 20.5 | 22.5 | 21.0 |
| % de M. S. de mazorcas. | 43.6 | 41.6 | 36.0 | 54.8 |
| Miles de plantas/Ha. | 58.3 | 53.5 | 64.5 | 55.9 |
| % de M. S. al cosechar. | 26.8 | 26.0 | 27.4 | 31.2 |
| Altura de planta. | 3.07 | 3.05 | 2.93 | 2.25 |
| No. de elotes por planta. | 1.16 | 0.99 | 1.24 | 1.44 |
| Kg. de mazorca por muestra | 24.5 | 17.5 | 22.6 | |

Por otra parte, estas dos variedades, AN-445 y AN-447, presentaron problemas de pudrición de mazorca. El primero presentó el 45 % de mazorcas podridas y 40 % el segundo. Es probable que este problema tenga la misma causa que las variedades de Germain's.

En cuanto al híbrido C-25, este presentó el rendimiento más bajo de M. S. total con 15.049 Ton/Ha.. Los elotes aportaron 5.051 Ton/Ha., lo que representa 32.667 %. Esta variedad fue también la que presentó la densidad de población más baja con 39,567 plantas por Ha.. Una característica indeseable de este material es que presenta gran cantidad de hijuelos por planta, hasta 5, lo que ocasiona que, al momento de la cosecha, se incremente la cantidad de agua. Hay autores, como Bartolini (1990, p. 151), que consideran esta característica favorable y la atribuyen al potencial productivo de la planta. Sin embargo, para los criterios empleados en este trabajo, son indeseables ya que se traduce en bajos rendimientos de M. S..

En relación al porcentaje total de M. S., el híbrido H-33 fue quien más se aproximó al nivel óptimo del 30 % indicado para la cosecha, alcanzando un valor de 28 %. Le siguen en importancia los híbridos P-3292 con 27.4 %, GC-6256 con 27.1 %, GC-6260 con 27 % y el A-791 con 26.8 %. Las diferencias numéricas señaladas para este parámetro se deben, probablemente, a la duración del ciclo vegetativo de cada material. En este sentido, los materiales P-3292 y A-791, pueden incrementar sus rendimientos retrasando de 5 a 8 días más su cosecha. Es probable que este comportamiento sea el resultado de tener un ciclo vegetativo más corto, lo que les permite alargar el periodo de asimilación después de la floración y se traduce, finalmente, en mayores rendimientos.

En relación al contenido de fibra cruda (F. c.), el Consejo Nacional de Investigaciones de los E. U. A. y el Departamento de Agricultura del Canadá (1975, p. 61, 63 y 64), reportan niveles de 5.1 y 11.8 % en el caso del ensilado de mazorcas de maíz. Sin embargo, el contenido de M. S. del mismo material es muy alto (más del 40 %) comparado con los valores alcanzados por las variedades aquí evaluadas. Por tal motivo, se tomarán como referencia los datos del ensilado de maíz maduro y con buenas mazorcas (muestra B)*

Todas las variedades evaluadas presentaron % de F. c., en mazorca, inferiores al valor reportado por la muestra B (26.3 %). Esto es importante si consideramos que, según Lascelles, *et. al.* (1970, p. 17), la fibra cruda "representa al material que no hubiera sido digerido después de pasar a través del tubo digestivo".

En relación al contenido de F. c. en planta, la situación fue diferente. Únicamente las variedades GC-6256 y GC- 6260, presentaron valores de 28.34 y 28.0 %, lo que implica un 2.4 y 1.7 % superior al valor de la muestra B. El resto de las variedades presentaron valores por arriba del 30 %; la diferencia promedio fue de 7.48 % con respecto a la muestra B del trabajo citado. Esta situación implica, como ya se vio líneas arriba, un porcentaje más alto de material sin capacidad de ser asimilado por el ganado. A pesar de ello, no es posible calificar estos datos como aceptables o no ya que no se encontró reportado en la bibliografía un rango óptimo de F. c. determinado por el método oficial o de Weende.

De la Torre (1993, p. 83, 108, 109 y 110) reporta niveles de F. c. en forraje de maíz original (sin ensilar) de 52.9 %. En el caso de un ensilaje de maíz calificado de óptimo y

.....
* *Supra.* véase p. 30

realizado mediante la adición de fermentos lácticos, los niveles de F. c. que reporta son: 57.45 % a 8 días, 60.30 % a los 30 días y 55.93 % a los 180 días. Estos datos son, evidentemente, mucho más elevados que los mostrados por las variedades del presente trabajo.

Por lo que respecta al contenido de proteína cruda en mazorca, únicamente las variedades P-3292, H-33 y V-107, no alcanzaron el porcentaje reportado por la muestra B (8.4 %). El valor promedio que mostraron los materiales aquí evaluados fue de 9.26 %, superior en 0.86 % al valor de referencia. En este aspecto, la variedad A-791 resultó sobresaliente al mostrar un contenido de proteína superior a la muestra B, y con un aporte de mazorcas al rendimiento total más alto que el resto de las variedades.

En cuanto al contenido de proteína cruda en planta, 6 variedades superaron el valor reportado por la muestra B con 0.93 % en promedio. Únicamente las variedades GC-6288, V-107, P-3292 y A-791 no alcanzaron el porcentaje de dicha muestra. En este sentido, resulta importante señalar que la variedad A-791 mostró un 2.2 % inferior al valor de la muestra de referencia.

En relación al contenido de proteína cruda, las tres variedades con mayor rendimiento en M. S. y mejor relación mazorca-planta, se observa lo siguiente: La variedad A-791 presenta un porcentaje de proteína cruda en mazorca ligeramente superior a la muestra B, sin embargo, su aporte en planta es el más bajo de las variedades aquí reportadas. En el caso de la variedad H-33, ocurre lo contrario. Obtuvo el tercer lugar más bajo por su contenido en mazorca, pero superó al material de referencia

.....
* MANUEL LLANOS. *Op. cit.* p. 25.

en cuanto al contenido en planta. Únicamente la variedad P-3292 mostró, en ambos casos, valores inferiores a los reportados por la muestra B.

En términos generales, el contenido de proteína en mazorca, de las variedades evaluadas, corresponde al rango del 8 al 10 % reportados en la bibliografía *, excepto la variedad V-107 que mostró un contenido de 7.8 %.

Con respecto al contenido de proteína cruda en el forraje original, De la Torre (1993, p. 83) reporta 7.54 % en base seca. Este nivel fue superado por todos los materiales del presente trabajo, tanto en mazorca como en planta, excepto los materiales P-3292 y A-791 quienes mostraron contenidos del 6.3 y 6.2 % , respectivamente, en planta.

En cuanto a las condiciones climáticas que prevalecieron durante la realización del experimento, concretamente, la humedad disponible para el cultivo y la temperatura, no fueron las más idóneas. En relación a la humedad, el experimento contó con un riego de alrededor de 20 cm. y una precipitación de 399.5 mm. lo que hacen un total aproximado de 600 mm.. El volumen total de agua es adecuado ya que Robles (1983, p. 32) señala que el maíz necesita, bajo condiciones de temporal y con variedades adaptadas, más o menos 500 mm. para obtener buenos rendimientos. Sin embargo, la distribución de la precipitación fue muy deficiente durante el período de floración ya que únicamente llovieron 23.9 mm en los días que van de 21 de mayo al 20 de junio, lo que representa una precipitación promedio de 0.77 mm. por día **. Por tal motivo, es probable que los rendimientos de las variedades evaluadas se hayan afectado negativamente debido a que

.....
* MANUEL LLANOS. *Op. cit.* p. 25.

** Ver anexo No. 1.

"la planta de maíz es muy sensible a la sequía y las pérdidas de rendimiento por falta de humedad en este periodo, que es más crítico desde el punto de vista hídrico, pueden alcanzar el 60 % " * .

A pesar de las condiciones señaladas, los rendimientos de M. S. de los materiales A-791, H-33 y P-3292, son buenos y dejan abierta la posibilidad de elevarse si se mejoran las labores que demanda el cultivo.

* ROBERTO BARTOLINI. *Op. cit.* p. 21.

CUADRO No. 14

COMPARACIÓN DE VARIEDADES DE MAÍZ

| Variedad | Rto. en M.S. Ton/Ha. | Rto. en fresco Ton/Ha. | % de M. S. al cosechar | Población miles de plantas/Ha. | % de fibra cruda |
|----------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| VS-22 | 31.897 | 107.200 | 29.7 | 120,000 | 61.6* |
| H-149 E | 31.697 | 121.400 | 26.1 | 120,000 | 64.8* |
| H-133 | 28.739 | 115.067 | 25.0 | 120,000 | 58.8* |
| H-30 | 28.422 | 120.353 | 23.6 | 120,000 | 57.2* |
| H-129 | 27.342 | 115.067 | 23.7 | 120,000 | 57.8* |
| P-3292 | 22.494 | 83.767 | 27.4 | 64,533 | 35.1** |
| A-791 | 22.282 | 82.899 | 26.8 | 58,300 | 32.3** |
| H-33 | 20.492 | 73.089 | 28.0 | 53,467 | 30.8** |
| V-107 | 20.438 | 82.290 | 24.8 | 46,867 | 36.0** |
| AN-447 | 19.555 | 76.301 | 24.8 | 58,967 | |

* Planta y mazorca.

** Planta.

IX CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos del presente experimento, realizado en el ciclo primavera - verano de 1993, nos permite llegar a las siguientes conclusiones:

1. Los genotipos que más rendimiento dieron en M. S. fueron: P-3292 y H-33, de cruza doble, y el híbrido A-791, de cruza triple. Sin embargo, el híbrido triple presentó mejor proporción de rendimiento entre elote y planta por lo que se considera mejor que los materiales de cruza doble; los materiales de cruza simple no mostraron ser, en esta ocasión, los materiales con mayor potencial productivo .

2. La variedad H-33, generada para valles altos dio, estadísticamente, el mismo rendimiento en M. S. que dos variedades generadas para condiciones tipo bajo. Por tal motivo, su capacidad adaptativa no la hacen mejor que las variedades A-791 y P-3292 .

3. La variedad 107 fue el único material que presentó problemas de ruptura de tallos debido a la gran altura de planta y mazorca así como a la constitución delgada de los mismos .

4. Las variedades GC-6288, GC-6260, GC-6256, AN-447 y AN-445 presentaron problemas de pudrición de mazorca en un rango que va del 40 al 88 % .

X ANEXO

REGISTRO DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN, 1993 *

* Información proporcionada por el Ingeniero Gustavo Mercado M., responsable de la estación meteorológica "Almaráz", F.E.S. Cuautitlán.

MAYO

| Día | T. Min. | T. Max. | T. Amb. | PP. |
|-----|---------|---------|---------|-----|
| 1 | 5.8 | 24.2 | 19.7 | 0 |
| 2 | 7.5 | 25.0 | 20.4 | 0 |
| 3 | 11.0 | 25.9 | 17.8 | 0.7 |
| 4 | 4.5 | 24.0 | 20.3 | 0 |
| 5 | 8.0 | 26.0 | 21.3 | 0 |
| 6 | 8.0 | 26.0 | 21.1 | 0 |
| 7 | 6.0 | 25.5 | 20.0 | 0 |
| 8 | 6.5 | 24.0 | 19.3 | 0 |
| 9 | 6.4 | 25.1 | 17.0 | 1.0 |
| 10 | 4.9 | 23.0 | 15.5 | 0 |
| 11 | 2.0 | 23.0 | 16.9 | 0 |
| 12 | 5.5 | 22.8 | 18.3 | 0 |
| 13 | 8.5 | 22.6 | 14.5 | 7.1 |
| 14 | 5.5 | 22.5 | 16.3 | 0.9 |
| 17 | 3.8 | 28.0 | 22.7 | 0 |
| 18 | 6.5 | 27.0 | 22.7 | 0 |
| 19 | 5.5 | 26.8 | 22.0 | 0.4 |
| 20 | 8.5 | 27.5 | 21.6 | 1.1 |
| 21 | 8.0 | 27.8 | 17.8 | 2.4 |
| 22 | 8.0 | 28.0 | 21.1 | 0 |
| 23 | 7.0 | 27.5 | 21.1 | 1.6 |
| 24 | 6.0 | 26.0 | 20.0 | 0 |
| 25 | 6.5 | 25.5 | 17.9 | 0 |
| 26 | 8.0 | 22.0 | 15.3 | 6.3 |
| 27 | 7.0 | 20.8 | 15.2 | 2.0 |
| 28 | 6.8 | 25.0 | 19.2 | 0 |
| 29 | 7.5 | 29.5 | 19.5 | 0 |
| 30 | 8.0 | 25.0 | 20.5 | 0 |
| 31 | 6.0 | 25.0 | 20.5 | 0 |

JUNIO

| Día | T. Min. | T. Máx. | T. Amb. | PP. |
|-----|---------|---------|---------|------|
| 1 | 6.0 | 24.0 | 19.5 | 0 |
| 2 | 5.0 | 26.5 | 21.8 | 0 |
| 3 | 3.0 | 28.5 | 22.5 | 0 |
| 4 | 4.2 | 30.0 | 24.6 | 0 |
| 5 | 7.5 | 29.5 | 23.3 | 0 |
| 6 | 6.0 | 29.0 | 22.1 | 0 |
| 7 | 10.0 | 28.5 | 22.5 | 0 |
| 8 | 12.0 | 27.0 | 22.8 | 0 |
| 9 | 10.0 | 27.0 | 20.9 | 0 |
| 10 | 12.0 | 24.2 | 18.3 | 2.1 |
| 11 | 12.0 | 23.8 | 17.7 | 1.3 |
| 12 | 8.0 | 22.5 | 17.9 | 0.6 |
| 13 | 9.0 | 23.5 | 19.4 | 0 |
| 14 | 11.0 | 23.5 | 18.8 | 0.8 |
| 15 | 11.8 | 20.8 | 16.8 | 2.6 |
| 16 | 9.5 | 22.5 | 18.4 | 0 |
| 17 | 10.0 | 25.0 | 19.9 | 0 |
| 18 | 12.0 | 26.0 | 21.0 | 0 |
| 19 | 6.0 | 26.3 | 18.9 | 1.6 |
| 20 | 10.0 | 20.0 | 17.1 | 2.6 |
| 21 | 13.5 | 23.0 | 17.8 | 29.6 |
| 22 | 12.5 | 23.2 | 17.0 | 12.8 |
| 23 | 13.4 | 21.5 | 17.6 | 26.0 |
| 24 | 12.5 | 23.0 | 18.2 | 8.9 |
| 25 | 11.5 | 23.5 | 18.8 | 0.1 |
| 26 | 9.5 | 22.0 | 18.7 | 0.5 |
| 27 | 12.0 | 21.8 | 17.7 | 0 |
| 28 | 10.5 | 22.0 | 16.6 | 12.5 |
| 29 | 12.8 | 22.5 | 16.1 | 31.1 |
| 30 | 13.0 | 23.0 | 17.1 | 12.5 |

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

SEPTIEMBRE

| Día | T. Min. | T. Máx. | T. Amb. | PP |
|-----|---------|---------|---------|------|
| 1 | 11.0 | 22.0 | 17.2 | 10.7 |
| 2 | 8.5 | 25.8 | 17.8 | 0 |
| 3 | 8.0 | 23.0 | 16.7 | 2.0 |
| 4 | 11.3 | 24.0 | 18.2 | 0 |
| 5 | 11.0 | 24.0 | 17.9 | 0 |
| 6 | 7.0 | 24.5 | 18.4 | 0.2 |
| 7 | 11.2 | 24.0 | 18.7 | 0 |
| 8 | 6.6 | 22.5 | 17.7 | 0 |
| 9 | 10.5 | 22.5 | 18.2 | 0 |
| 10 | 11.0 | 23.5 | 17.9 | 13.3 |
| 11 | 11.2 | 24.5 | 18.6 | 6.3 |
| 12 | 12.0 | 23.5 | 17.5 | 15.3 |
| 13 | 6.0 | 24.6 | 19.3 | 0 |
| 14 | 11.0 | 24.3 | 20.6 | 0 |
| 15 | 10.0 | 22.0 | 18.0 | 0 |
| 16 | 9.9 | 22.5 | 16.8 | 1.5 |
| 17 | 8.0 | 21.4 | 17.1 | 0 |
| 18 | 5.5 | 21.5 | 17.5 | 0 |
| 19 | 12.5 | 21.5 | 17.9 | 1.0 |
| 20 | 12.0 | 18.5 | 15.1 | 9.3 |
| 21 | 10.5 | 22.5 | 18.6 | 23.0 |
| 22 | 12.5 | 21.8 | 17.0 | 1.2 |
| 23 | 12.0 | 22.0 | 17.1 | 0.4 |
| 24 | 9.0 | 22.0 | 17.9 | 0.5 |
| 25 | 11.4 | 21.5 | 16.6 | 0.4 |
| 26 | 7.5 | 23.0 | 16.4 | 11.0 |
| 27 | 11.5 | 18.5 | 15.5 | 0.4 |
| 28 | 8.0 | 16.5 | 13.9 | 0.1 |
| 29 | 8.8 | 16.8 | 13.3 | 0.1 |
| 30 | 9.5 | 16.8 | 12.9 | 0 |

XI BIBLIOGRAFÍA

AG-BAG, CORPORACIÓN. *Fundamento y práctica del ensilaje en bolsas*. México, 1993, 12 p..

ALBERIC, HIBON, *et al.* *El maíz de temporal en México: tendencias, restricciones y retos*. COMERCIO EXTERIOR, Vol. 43, No. 4, abril, 1993, p. 311-327.

ALPURA. *Evaluación de híbridos de maíz para ensilar*. México, 1991, 92, 7 p..

----- *Recomendaciones para la siembra del maíz*. México, 1993, 6 p..

AMEZCUA GÓMEZ, EDUARDO y MEZA HARO, ANTONIO. *Rendimiento y calidad de forraje de híbridos comerciales y experimentales de maíz (Zea mays L.) para valles altos*. U.N.A.M., México, 1986, 69 p.

APPENDINI, KIRSTEN. *De la milpa a los tortibonos. La reestructuración de la política alimentaria en México*. Colegio de México, México, 1992.

ARROYO, GONZALO (coordinador). *La pérdida de la autosuficiencia alimentaria y el auge de la ganadería en México*. Plaza y Valdés - U.A.M., México, 1989, 370 p..

..... *La biotecnología y el problema alimentario de México* U.A.M., México, 1989, 235 p..

ARROYO ORTIZ, JUAN PABLO (coordinador). *El sector agropecuario en el futuro de la economía mexicana*. U.N.A.M., México, 1991, (IX) 230p..

BARTOLINI, ROBERTO. *El maíz*. Mundi-Prensa, Madrid, 1990, 276 p. (Agroguias Mundi-Prensa).

CALVA, JOSÉ LUIS. *Probables efectos de un tratado de libre comercio en el campo mexicano*. Fontamara, México, 1992, 167 p..

CALVA, JOSÉ LUIS (coordinador). *Alternativas para el campo mexicano Tomo Y*. Fontamara, México, 1993.

CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE E.U.A. y DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA del CANADÁ. *Tablas de composición de alimentos de Estados Unidos y Canadá. Necesidades nutritivas de los animales domésticos*. Hemisferio Sur, Argentina, 1975, 95 p..

CRAMPTON, E. W. y HARRIS, L. E.. *Nutrición animal aplicada. El uso de los alimentos en la formulación de raciones para el ganado* 2a. de.. Acribia, España, 1979, 758 p..

CHURCH, D. C. (Tr. Pedro Ducar Malvenda). *Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes*. Vol. III, Acribia, España, 1974.

DE LA TORRE GEA, GUILLERMO ALFONSO. *Efecto de la adición bacteriana sobre el proceso de la fermentación y la calidad terminal del ensilado de maíz U.N.A.M.*, México, 1993, 117 p..

DELORIT, RICHARD J. y AHLGREN, HENRY L. (Tr Antonio Marino Ambrosio). *Producción Agrícola*. C.E.C.S.A., México, 1986, 783 p..

DUTHIL, JEAN. (Tr. M. Ruiz Altisent). *Producción de forrajes*. 4a. edición. Mundiprensa, Madrid, 1989, 367 p..

FARMER and STOCKBREEDER (Tr. Rafael Sanz Arias). *Conservación de forrajes*. Academia, España, 1970, 196 p..

FUENTES GARABITO, GABRIEL. *Evaluación del rendimiento y eficiencia de diferentes niveles de fertilización nitrogenada en maíz forrajero (Zea mays L.)*. U.N.A.M., México, 1990, 133 p..

GALINA HIDALGO, MIGUEL ANGEL y GUERRERO CRUZ, MAGDALENA. *Recursos y necesidades pecuarias de México*. U.N.A.M., México, 1992, 65 p..

GARCÍA GUTIÉRREZ, JOSÉ. *Ensilado de forrajes*, 6a edición. Publicaciones de Extensión Agrícola, Madrid, 1979, 47 p..

GARCÍA DEL TORO, LUIS MANUEL. *Rendimiento de híbridos simples, dobles y de tres líneas de maíz (Zea mays L.)*. Limitaciones y ventajas de la producción de su semilla. U.N.A.M., México, 1989, 73 p..

GÓMEZ AVILEZ, FIDEL. *Evaluación de la eficiencia de un bioestimulante para elevar el vigor de variedades mejoradas de maíz*. U.N.A.M., México, 1993, 74 p..

GOMEZJARA, FRANCISCO y PÉREZ RAMÍREZ. *La lucha por la tierra debe ser contra el capital*. Nueva Sociología. México, 1982, 410 p..

GROSS, F. (Tr. Jaime Esaín Escobar). *Silos y ensilados*. Acribia, España, s. a., 136 p..

GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ, GERMÁN. *Relaciones fuente demanda mediante defoliación de los híbridos de maíz H-30, H-131 y 11-137 E U.N.A.M.*, México, 1984, 105 p.

HUGHES, H. D., HEAT, MAURICE E. y METCALFE, DARREL S (Tr. José Luis de la Loma). *Forrajes. La ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos*. C.E.C.S.A., México, 1984, 758 p..

JUGENHEIMER, ROBERT W. (Tr. Rodolfo Piña García). *Maíz. Variedades mejoradas. Métodos de cultivo y producción de semillas*. Limusa, México, 1990, 841 p..

LASCELLES, *et. al.* (Tr. José Pérez Malla). *Producciones ganaderas. Biología de los animales*. Aedos, Barcelona, 1970, 193 p..

LLANOS COMPANY, MANUEL. *El Maíz: su cultivo y aprovechamiento*. Mundi-Prensa, Madrid, 1984, 318 p..

MARTÍNEZ MENDOZA, RAFAEL. *Capacidad productiva de híbridos trilineales experimentales de maíz (Zea maíz L.) pumas en valles altos*. U.N.A.M., México, 1994, 50 p..

MARTÍNEZ SOLÍS, JUAN y VEGA GRADILLA, SALVADOR. *Análisis de crecimiento y componentes del rendimiento de siete variedades de maíz bajo el efecto de fertilización N, P, K y densidad de plantas en Calimaya, Estado de México U.N.A.M.*, México, 1987, 132 p..

Mc DONALD, P., EDWARDS, R. A. y GREENHALGH, J. F. D.. *Nutrición animal*, 3a. de.. Acribia, España, 1986, 518 p..

MÉXICO. S.A.R.H.. *Granos. México en el contexto agrícola mundial 1980 -1990* México, 1992, 89 p. .

MÉXICO. S.A.R.H.. *Producción y comercialización de maíz, 1987-93* México, 1994, 101 p..

MÉXICO. S.A.R.H.. *Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos* . Tomos I y II. México, 1989, 90, 91, 92 y 93.

MÉXICO. I.N.E.G.I.. *División municipal de las entidades federativas. XI censo general de población y vivienda, 1990*, México, 1992 .

MÉXICO. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y DESARROLLO RURAL. *Boletín mensual de información básica del sector agropecuario y forestal (avance al mes de noviembre)*. México, 1995, 179 p..

METCALFE, DARREL S. y ELKINS, DONALD M. (Tr. María Teresa Martínez Utrilla). *Producción de cosechas. Fundamentos y prácticas*. México, 1987, 991 p..

MIGLIORINI, FRANCESCO. *Forrajes*. De Vecchi, Barcelona, 1984, 190 p..

MONTECILLO TELLEZ, JOSÉ LUIS. *Uniformidad y vigor híbrido en los componentes de rendimiento en las cruces simples hembra y macho del híbrido de maíz H-30, al aumentar dos ciclos más de endogamia en sus líneas básicas*. U.N.A.M., México, 1986, 94 p..

MORFIN LOYDEN, LILIAN. *Manual de laboratorio de Bromatología* U.N.A.M., México, 1994, 159 p..

MORRISON, FRANK B. (Tr. José Luis de la Loma). *Compendio de alimentación del ganado*, 8a. ed.. UTEHA, México, 1987, 721 p..

PEÑAGARICANO, JORGE A., ARIAS, WALTER y LLANEZA, NICOLÁS J.. *Ensilaje. Manejo y utilización de las reservas forrajeras*. Hemisferio Sur, Uruguay, s. a., 344 p..

POEHLMAN, JOHN MILTON. *Mejoramiento genético de las cosechas*. Limusa, México, 1986, 453 p..

POEY DIAGO, F. RAÚL. *El Mejoramiento integral del maíz: valor nutritivo y rendimiento; hipótesis y métodos*. Colegio de Postgraduados, México, 1978, 206 p..

PRADO CEJA, RODOLFO. *Influencia del desespigamiento en la productividad y calidad de semilla de cruza simples progenitoras de híbridos de maíz de riego U.N.A.M.*, México, 1993, 79 p..

RAMOS BALLINAS, JUVENAL. *Efecto del rayado fino (MRFV) sobre la productividad, calidad física y fisiológica de semilla de variedades de maíz U.N.A.M.*, México, 1993, 46 p..

REYES CASTAÑEDA, PEDRO. *El maíz y su cultivo*. AGT, México, 1990, 460 p..

ROBLES SÁNCHEZ, RAÚL. *Producción de granos y forrajes*. 4a. edición. Limusa, México, 1983, 609 p..

SALCEDO, SALOMÓN. *Política agrícola y maíz en México: hacia el libre comercio norteamericano*. COMERCIO EXTERIOR. Vol. 43, No. 4, abril de 1993, pp. 302-310.

SHIMADA, ARMANDO S. *Fundamentos de nutrición animal comparativa* Sistema de Educación Continua en Producción Animal en México, México, 1983, 373 p..

TANAKA, AKIRA y YAMAGUCHI, JUNICHI (Tr. Josué Kohashi Shibata). *Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz*. Colegio de Postgraduados, México, 1984, 120 p..

WARMAN, ARTURO. *La historia de un bastardo: maíz y capitalismo* Fondo de Cultura Económica, México, 1988, 281 p..

WILSON, HAROLD K. y ROCHER, A. CHESTER (Tr. José Luis de la Loma). *Producción de cosechas*. C.E.C.S.A., México, 1979, 411 p..