

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS**



**SELECCIÓN DE LÍNEAS S1 DE MAÍZ PARA FORRAJE,  
PROVENIENTE DE LA CRUZA ENTRE MATERIAL  
CRIOLLO DE CHIHUAHUA Y MAÍZ QPM.**

**POR**

**ALEJANDRO NEVAREZ DURÁN**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TORREÓN, COAH.**

**MAYO 2005**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**


**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. ALEJANDRO NEVAREZ DURAN ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**Ingeniero Agrónomo**

**Aprobada por:**

**Asesor Principal:**

  
M.C. Armando Espinoza Banda

**Asesor:**

  
Dr. Emiliano Gutiérrez del Río

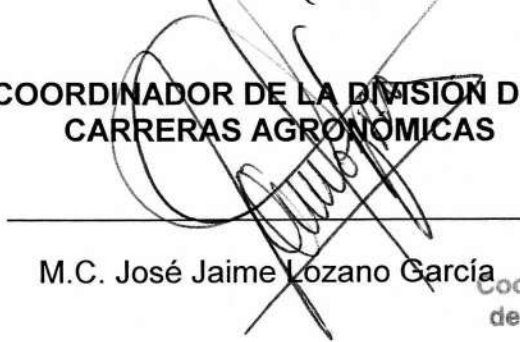
**Asesor:**

  
M.C. José Jaime Lozano García

**Asesor:**

  
M.C. Oralia Antuna Grijalva

**COORDINADOR DE LA DIVISION DE  
CARRERAS AGRONOMICAS**

  
M.C. José Jaime Lozano García



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
Unidad Laguna**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. ALEJANDRO NEVAREZ DURÁN QUE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**Ingeniero Agrónomo**

**COMITÉ PARTICULAR**


**Presidente:**

  
MC. Armando Espinosa Banda

**Vocal:**

  
Dr. Emiliano Gutiérrez del Río


**Vocal:**

  
MC. José Jaime Lozano García

**Vocal suplente:**

  
MC. Oralia Antuna Grijalba

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS**

  
MC. José Jaime Lozano García



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

MAYO 2005

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A MI ALMA MATER.**

Por las oportunidad que me brindo durante el transcurso de mis estudios.

### **A MIS ASESORES.**

MC. Armando Espinoza Banda.  
Dr. Emiliano Gutiérrez del Río.  
MC. Oralia Antuna Grijalva.  
MC. Jaime Lozano García.  
PhD. Arturo Palomo Gil.

Por la asesoria brindada durante la realización del presente trabajo.

### **A MIS MAESTROS.**

Por toda la paciencia que tuvieron durante el tiempo de mis estudios en esta universidad y por trasmitir sus conocimientos.

### **AGRADECIMIENTO ESPECIAL.**

A la (Fundación Tarahumara A. C.) en especial al Sr. Luis Octavio Hjar, quien es representante en la región de la Sierra Tarahumara, por el apoyo económico proporcionado durante la realización de mis estudios.

### **A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS.**

Elpidio, Feliciano, Samuel, Uziel, Heriberto, Esteban, Wilber Roberto, Maurilio, Saúl, José de Jesús, Julio, Eugenio, Bonifacio.

## **DEDICATORIA.**

### **A MIS PADRES:**

Cristóbal Nevarez Rosas.  
Maria de la Luz Duran Moreno.

Por el apoyo moral, por su sacrificio y confianza en todas mis decisiones.

### **A MIS HERMANOS**

Maria Luisa, Luis Carlos, Diego Armando, José Rosendo, Virginia, Guadalupe  
Lucrecia y Miriam.

## INDICE

	Página
INDICE DE CUADRO .....	VIII
INDICE DE FIGURAS .....	IX
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
Germoplasma exótico .....	4
Selección recurrente .....	6
Maíz de alta calidad proteica (QPM) .....	8
Calidad de forraje .....	12
Contenido de fibras .....	12
Fibra detergente neutra .....	12
Fibra detergente ácida .....	13
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>16</b>
Área de trabajo .....	16
Localización, geográfica y características .....	16
Procedimiento experimental .....	16
Manejo agronómico .....	18
Siembra .....	18
Fertilización .....	18
Riegos .....	18
Control de plagas .....	18
Control de maleza .....	18

Variables agronómicas evaluadas .....	19
Floración masculina .....	19
Floración femenina .....	19
Altura de planta .....	19
Altura de mazorca .....	19
Rendimiento de forraje .....	19
Peso de elote .....	20
Materia seca .....	20
Índice de mazorca .....	20
Acame .....	20
Fibra detergente neutro y fibra detergente ácida .....	21
Grado de opacidad .....	21
Diseño experimental .....	21
Modelo estadístico .....	22
Componentes genéticos .....	22
Distribución de frecuencia .....	24
Componentes principales .....	24
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>25</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>VI. RESUMEN .....</b>	<b>40</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>41</b>
<b>VIII. APÉNDICE .....</b>	<b>49</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro No	Página
1.1	Criterios de calidad para fuentes forrajeras (Herrera., 1999) ..... 14
1.2	Efecto de la calidad del forraje y el por ciento de fibra detergente neutro sobre la predicción del consumo de materia seca en rumiantes(Mertens, 1985 citado por Hollad y Kezar,1990) ..... 15
3.1	Calificación de acuerdo al numero de plantas acamadas ..... 20
4.1	Análisis de varianza y esperanzas de cuadrados medios ..... 22
5.1	Significancia de cuadrados medios de 84 líneas S1 y sus progenitores 2004. .... 30
5.2	Valores medios de grupo de once variables en 84 líneas S1 y sus progenitores ..... 31
5.3	Coefficientes de correlación entre 11 variables medidas en 84 líneas y 14 testigos evaluados en la UAAAN-UL ..... 32
5.4	Componentes de varianza, heredabilidad en sentido amplio ( $H^2$ ) y estricto ( $h^2$ ) y grado promedio de dominancia (d) para ocho variables..... 34



## INDICE DE FIGURAS

Figura No		Página
1	Distribución de frecuencia de 84 líneas y sus progenitores para las variables AP, AM, FV, RE.....	36
2	Distribución de frecuencias de 84 líneas y sus progenitores para las variables FDN, FDA, Acame y MS.....	37
3	Ordenación de 98 genotipos de maíz e importancia relativa y relación de once variables.....	38

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz en México cubre una superficie aproximada de ocho millones de hectáreas (CEA, 2000), de la cual el 94 por ciento corresponde al ciclo primavera-verano (PV), y 6 por ciento al ciclo otoño-invierno (OI). Del total, 88 por ciento de la superficie se siembra de temporal o seco.

En muchas regiones de México, los agricultores que cultivan maíz contribuyen a la conservación y generación de la diversidad genética *in situ* (Bommer, 1991). Así, por un lado, en la práctica mantienen las variedades locales tradicionales al pasarlas de generación en generación (Louette, 1996; Louette y Smale, 1996), y por otro, al seleccionar deliberadamente las semillas más favorables por sus diversas características, a través de las variantes que se han ido presentando por selección natural, mutación, introducción, recombinación y aislamiento, llegan a formar nuevos tipos, variedades o razas a través del tiempo (Hernández, 1972; Dobzhansky, 1982).

En las áreas de distribución del maíz, los genotipos que lo representan exhiben diferentes grados de variación, producto de la selección del hombre y el ambiente en concordancia con la presión ecológica, fisiológica, culinaria y conceptos metafísicos (Hernández, 1972).

En este contexto y bajo las premisas de que los recursos fitogenéticos deben ser conservados (ONU-FAO, 1996), y que gran parte de la diversidad genética del maíz nativa de México, aún se puede encontrar en los campos agrícolas en forma de variedades criollas (Wellhausen *et al.* 1951); y, a que solo el 18.8 por ciento de la superficie sembrada con maíz se usa semilla mejorada (USDA-SAGAR, 1997); que la evolución es un hecho continuo,

porque los agricultores siguen identificando características adicionales y combinando materiales genéticos de manera creativa para formar mayor variación (Hernández, 1973; Ortega, 1973; Louette y Smale, 1996; Herrera, 1999) y, que la conservación de dichos materiales genéticos *in situ* es una actividad cotidiana, los programas de mejoramiento deberán hacer esfuerzos por incluir variedades criollas y material exótico.

El programa de mejoramiento de maíz de la UAAAN-UL, ha estado incorporando germoplasma exótico, pues desde el año 2000 aprovechando la diversidad de origen de sus estudiantes, ha colectado material criollo de diferentes regiones del país. Del estado de Chihuahua, se colectaron cinco maíces tipo "bolita" provenientes de la parte serrana del estado, los cuales se caracterizan por su precocidad. Regionalmente estas colectas se utilizan para autoconsumo donde usan el grano para la fabricación de atole, pinole, tortilla y el resto como forraje. En verde, el tallo de estas colectas es usado como "caña" por su agradable sabor dulce, lo que supone altos niveles de azúcar y bajo contenido en fibras, características que pueden ser explotadas para darle calidad a los maíces para forraje.

Otra fuente de germoplasma exótico, son los recientemente formados maíces tipo QPM (Quality Protein Maize) los cuales tienen altos niveles de lisina y triptofano en el endospermo como el maíz opaco pero con endospermo vítreo (Preciado *et al.* 2001), los cuales pueden ser de utilidad en la conformación de los nuevos materiales.

## **Objetivos**

Formar, Evaluar y seleccionar líneas  $S_1$  generados de seis poblaciones heterogéneas cruzadas con maíz QPM, con características de alto rendimiento de forraje verde, materia seca, bajos contenidos de fibras y con grano tipo opaco modificado.

## **Hipótesis**

Es posible seleccionar líneas  $S_1$  con características con alto rendimiento de forraje verde, materia seca, bajos contenidos de fibras y con grano tipo opaco modificado.

## **Meta**

Seleccionar al menos una línea con características con alto rendimiento de forraje verde, materia seca, bajos contenidos de fibras y con grano tipo opaco modificado.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### Germoplasma exótico

El mejoramiento de plantas se define como el arte y la ciencia que permite explotar la herencia de las plantas (Poehlman, 1983), dicho mejoramiento se practica desde que el hombre aprendió a seleccionar las mejores plantas, por lo cual la selección se convirtió en el primer método de mejoramiento.

En los programas de mejoramiento es de mucha importancia la utilización de poblaciones mejoradas para extraer de ellas líneas puras y apartir de estas los híbridos o compuestos. Las poblaciones fuente o mejoradas se pueden mantener realizando selecciones y deben verificarse constantemente.

Chávez (1995) menciona que la selección de las líneas es la fase mas importante para comenzar un programa de mejoramiento de plantas. Por ello, los fitomejoradores han tratado de encontrar nuevos métodos simples o directos para evaluar las líneas para así tener información de cada una de ellas y escoger las mas sobresalientes.

Las variedades exóticas de maíz pueden ser adaptadas mediante selección a ambientes diferentes con solo unos cuantos ciclos de selección; además la selección practicada en generaciones avanzadas pueden conducir a la formación de variedades mas rendidoras (Vega, 1975; Navas y Cervantes. 1991; Pérez *et al.* 2000).

El objetivo principal de utilizar las poblaciones fuente es hacer mas efectivo el uso de la varianza genética que ofrecen cada una de ellas explotando las mas aptas o deseables para el agricultor.

En México, se han descrito aproximadamente 49 razas de maíz, pero dentro de cada una existe lo que se conoce como "variedades criollas", que son resultado de la manipulación tradicional de los campesinos, por ejemplo al sembrar --en un mismo campo-- diversos tipos del grano para obtener nuevas características, eliminar otras o mejorar su desempeño.

Asimismo, ya que el maíz tiene un sistema de polinización abierta o cruzada, en el que el polen de una planta se transporta a otra, se crea un flujo natural de genes que mantiene la diversidad. La constante evolución favorecida por este flujo génico permite un control de la endogamia (reproducción entre maíces de la misma familia), evitando que se manifiesten repercusiones negativas, como mutaciones deletéreas (malas características genéticas). Así, perder la diversidad en realidad significa romper ese cambio dinámico. De allí la importancia de que los agricultores tengan acceso a esta riqueza, tanto en su beneficio como para favorecer la continuidad del proceso evolutivo. Por ello, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en colaboración con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), eligió los valles centrales del estado de Oaxaca para trabajar con agricultores de la zona en un proyecto de conservación de las especies nativas de maíz.

Con el propósito de investigar las posibilidades de mejorar la productividad del maíz, promoviendo a la vez su diversidad genética, el proyecto se dividió en tres fases: diagnóstico, diseño y realización de las intervenciones, y evaluación del impacto. El equipo del CIMMYT comenzó por recopilar e identificar 152 muestras de maíz, casi todas variedades de la raza Bolita. Con base en esta información, seleccionó a campesinos de seis

comunidades representativas de la región, bajo diferentes condiciones ambientales y socioeconómicas, y los invitó a revisar los distintos tipos de semilla y a expresar su preferencia. De la selección surgieron 17 maíces diferentes, que fueron sembrados por los propios campesinos antes de la temporada regular, asumiendo el CIMMYT los riesgos. Posteriormente, convocaron de nuevo a los agricultores para que revisaran los plantíos de los 17 tipos de maíz y pudieran comprar las semillas que les interesaban al precio local (Ciencia y Tecnología, 2002).

Los programas de mejoramiento por métodos de selección en maíces criollos, en parcelas de agricultores cooperantes, sometidos a las condiciones ambientales en que normalmente son cultivados para lograr una mejor respuesta, prometen resultados que aun cuando no sean espectaculares, son de fácil aceptación por los campesinos lo que aseguran logros a corto plazo.

Por lo caro de la semilla híbrida, muchos productores de varias regiones ha visto la posibilidad de usar como semilla las generaciones avanzadas de híbridos para siembra de maíz forrajero.

### **Selección recurrente**

La selección recurrente entre progenies autofecundadas está entre los métodos de selección recurrente interpoblacional. Esta se considera como una de las más efectivas ya que aprovecha los efectos aditivos. La selección recurrente de progenies  $S_1$  ha sido principalmente utilizado para mejorar características agronómicas de herencia cuantitativa, obteniéndose resultados favorables en la mayoría de los casos. Burton *et al.* (1971), compararon dos métodos de selección para mejorar la población (BSK) de maíz, selección recurrente por medio de líneas  $S_1$  y selección recurrente usando un probador, obteniendo ganancias de 16.3 por ciento, por medio de líneas  $S_1$  y 6.3 por ciento por medio de cruza de prueba.

Hallauer y Miranda (1981) señalan que la selección entre progenies  $S_1$  ha sido utilizada para mejorar varias características, mostrando siempre respuestas positivas y conduce por sí misma al mejoramiento de la mayoría de los caracteres.

La selección recurrente han sido diseñados para mejorar las poblaciones base para su uso directo o como fuente de líneas endogámicas, buscando el incrementar el comportamiento promedio de la población base, la frecuencia de genes favorables, así como el mantenimiento de una adecuada variabilidad genética que permita continuar con la selección; todo esto con la posibilidad de derivar líneas con aptitud combinatoria.

Jinahyon y Russell (1969) mencionaron que la selección recurrente entre líneas  $S_1$  y  $S_2$  se ha venido utilizando para mejorar varias características y en base a progenies endocriadas conduce a la evaluación de muchas características agronómicas de importancia, este método ha sido efectivo para cambiar la frecuencia génicas con efectos aditivos.

Genter (1971) menciona dos métodos para mejorar poblaciones, relacionándolo con la productividad de las líneas puras y la presión de endogamia. Para llevar acabo este estudio se baso en el rendimiento de las líneas  $S_1$  de variedades de maíz originales y sintéticas avanzadas. Con este estudio mencionó que la presión endogamia se mostró menor en las líneas  $S_1$  derivadas de las variedades sintéticas avanzadas que para las líneas provenientes de las variedades originales.

Hallauer y Eberthart (1979) entre otros, consideran muy importante utilizar este método para mejorar un población original y obtener líneas sobresalientes, híbridos y variedades sintéticas de manera sucesiva.



La selección de medios hermanos en su modalidad de mazorca por surco (Lonnquist, 1964), el cual consiste en la selección entre y dentro de familias de medios hermanos, sobre la selección masal y la selección de mazorca por surco original presenta una ventaja, ya que utilizan varios ambientes para evaluar familias, esto permite calcular mejor el efecto del ambiente sobre el genotipo y combinar los resultados a través de los ambientes para seleccionar las mejores familias para recombinar, por lo cual han sido efectivos para mejorar el rendimiento de grano. Paterniani (1967); Webel y Lonnquist (1967), señalan que es un buen método de selección recurrente.

Moll y Stuber (1971) hicieron una comparación de la selección recurrente de hermanos completos y la selección recíproca recurrente en variedades de maíz, y encontraron que es mejor la selección recurrente para mejorar las poblaciones *per se*. sin embargo la selección recíproca recurrente fue mas efectiva que la selección recurrente de hermanos completos para mejorar la crusa varietal. También mencionan que el mejoramiento interpoblacional comprenden a la selección recíproca recurrente de medios hermanos (MH) y hermanos completos (HC) que han demostrado ser mas efectivos para mejorar cruzas poblacionales

El mejoramiento poblacional permite generar variedades mejoradas de polinización libre, las cuales son convenientes para los agricultores que no cuentan con los recursos para adquirir semilla híbrida (Hallauer y Miranda, 1981).

### **Maíz de alta calidad proteica (QPM).**

Después de muchos experimentos realizados por investigadores, Merz *et al.* (1964) descubrió el gen *opaque-2* del maíz en la década de los sesenta, en trabajos realizados en la universidad de Purdue y con el trabajo visionario del Dr. Vasal y la Dra. Evangelina Villegas del CIMMYT, para la obtención de los

maíces de alta calidad de proteína, QPM (Quality Protein Maize) se inició la selección de genes modificadores en los maíces opacos, la variedad QPM contiene en el endospermo altos niveles de lisina y triptofano tal como el maíz opaco y además posee un endospermo vítreo similar al del maíz normal (Preciado *et al.* 2001).

Pinter *et al.* (1995) mencionaron que no existe información sobre el uso del maíz QPM como ensilaje para el ganado lechero. La lisina es un aminoácido importante en la alimentación del ganado bovino lechero con alta producción (Dado, 1999); pero debido al proceso de degradación que sigue en el rumen del ganado y la incorporación del ensilado de maíz con otros ingredientes, el aprovechamiento de la lisina de estos tipos de maíces puede ser muy bajo. (Dado, 1999; Núñez *et al.*, 2001) mencionan que existen aspectos importantes en estos maíces con alto contenido de lisina y endospermo suave que pueden ser degradados fácilmente por los microorganismos del rumen; en cuanto al rendimiento Bertolini *et al.* (1999) reportaron que los híbridos opaco-2 tenían bajo rendimiento en comparación con los híbridos de maíces normales.

En cuanto a alimentación esta variedad de maíz, ha mostrado ser de calidad nutritiva superior al maíz común, logrando crecimientos de tres a cuatro veces mayores que los obtenidos con maíz normal, en animales monogástricos como el pollo y el cerdo. En humanos, sobre todo en niños las ventajas nutricionales han sido también definitivamente comprobadas.

Pixley y Bjarnson (1993) realizaron estudios con maíz de alta calidad de proteína. Evaluaron en cinco localidades y encontraron que los mejores híbridos de cada experimento fueron los de alta calidad proteica superando a los híbridos de maíz con endospermo normal, en 14 por ciento en rendimiento de grano, 48 por ciento en concentración de triptófano en grano, y un 60 por ciento en concentración de proteína. Concluyendo que los efectos de acción

génica aditiva fueron principalmente los responsables para la variación en la concentración de proteína, triptofano en grano y triptofano en proteína.

Algunos productores han relacionado estos maíces de alto contenido de proteína con algunas características indeseables como el bajo rendimiento en grano, esto debido al peso de del mismo. Por lo que muchos de ellos no han sido aceptados por consumidores ni por los productores.

Woodworth y Jugenheimer (1948) demostraron que el contenido de proteína se puede incrementar a través de retrocruzas y selección, al cruzar la variedad IHP con líneas elite normales; posteriormente las retrocruzaron en ambos sentidos; las progenies se autofecundaron por varios ciclos. Durante el período de autofecundación se efectuó una selección para alta proteína, seleccionando mazorcas que tenían grano cristalino. Los análisis químicos se realizaron hasta que se iniciaron las pruebas de aptitud combinatoria general. Casi todas las líneas recuperadas tuvieron mayor porcentaje de proteína que sus contrapartes normales.

El CIMMYT (2003) propone el mismo método con la diferencia de que para detectar a los granos opaco-2 modificado se auxilia con las pruebas de ADN para identificarlo y realizar la selección.

La proteína es un constituyente de los alimentos y forrajes, escaso y caro, pero necesario. En 1986 se dio la primera evidencia de que el contenido de proteína y aceite se podían incrementar por fitomejoramiento. Después de 70 generaciones de selección, el contenido promedio de proteína fue de 26,6 por ciento para la conocida variedad Illinois High protein (IHP). El rendimiento de estas variedades fue del 50 por ciento respecto a los híbridos normales. De acuerdo a los resultados el carácter de alto contenido de proteína se puede transferir a líneas puras normales por fitomejoramiento (Woodworth y

Jugenheimer, 1948). La cantidad de proteína es tan importante como la calidad.

El contenido de proteína correlaciona significativamente con la madurez, altura de planta y mazorca, acame de tallo, rendimiento de grano, y ataque de algunas enfermedades (Wolfe *et al.* 1957).

El grano de maíz contiene varios tipos de proteína. El principal situado en el endospermo, es la zeína. La zeína es deficiente en lisina y triptofano, aminoácidos esenciales para animales monogástricos. Los otros tipos de proteína situados tanto en el endospermo como en el germen están biológicamente balanceados. Este tipo de proteínas son las que el fitomejorador intenta incrementar. La calidad del grano estará basada en el contenido de lisina y triptofano, características del opaco-2 modificado

Se han realizado estudios donde se demuestra que el opaco-2 es igual en rendimiento que los maíces normales usados para la alimentación de los animales, pero el opaco-2 si es superior en la calidad nutricional. Los maíces de alta calidad proteínica contienen más porcentaje de lisina en el grano, en comparación con los híbridos convencionales, puesto que los híbridos son creados para obtener altos rendimientos y generalmente algunos de estos materiales no son evaluados en su calidad nutricional, aunque en nuestros tiempos esto ha ido tomando importancia, puesto que el rendimiento y valor nutricional son muy importantes.

De acuerdo a lo mencionado en párrafos anteriores, es importante enfocar esfuerzos de adaptación y utilización de este maíz a los sectores de población con déficit de nutrición y a todo el país en general, puesto que ofrece ventajas tanto para humanos en consumo directo como para animales.

## **Calidad de forraje**

Desde el punto de vista nutricional es la relación que existe entre el valor nutritivo de un ingrediente y la habilidad de los animales para convertirlos en leche, carne y grasa. Esta en función del consumo de dicho ingrediente y del grado de digestibilidad del mismo. La calidad de forraje se determina por la capacidad de proveer los requerimientos nutricionales a los animales, incluye la aceptabilidad del forraje, la composición química y la digestibilidad de los alimentos (Cantú, 2003).

La disminución en la calidad del forraje esta condicionada por la aceleración en la maduración debido a las condiciones cálidas y húmedas. Esta interacción ocasiona que el rendimiento máximo de forraje utilizable y digerible se presente antes que el rendimiento total.

## **Contenido de fibras**

Van Soest (1996) define la fibra como el material estructural en las plantas resistentes a la acción de las enzimas digestivas de los animales, pero que pueden ser digeridas por los microorganismos del rumen.

### **Fibra detergente neutra.**

La fibra neutro detergente (FDN) la parte soluble esta compuesto por lípidos, azúcares, ácidos orgánicos, proteínas, pectinas y otros minerales solubles en agua, que son casi completamente digeribles y, la parte insoluble esta compuesta por la lignina, celulosa, hemicelulosa y nitrógeno unido a la fibra.

La concentración de fibra sen el rastrojo de maíz es alta, como en la mayoría de las especies C-4 de climas calurosos (Buxton *et al.* 1996), la

temperatura tiene un efecto importante en la calidad del forraje (Nelson y Moser, 1994) citados por Cantù, (2000) menciona que los materiales depositados a bajas temperaturas tenían niveles bajos de lignina y por consiguiente se elevó la digestibilidad, mientras que a altas temperaturas la síntesis de lignina se incrementa preferentemente, causando que el forraje producido sea de menor digestibilidad. El contenido de fibras de la planta total y en especial el contenido de fibra detergente neutra (FDN) de la planta sin elote ha sido considerado igual de importante que el contenido de grano en la calidad del forraje (Peña *et al.* 2003).

El contenido de la fibra detergente neutra del forraje es un factor determinante de la calidad de alimento que consume un animal, a mayor contenido de fibra menos alimento consumido (Herrera, 1999).

Widdicombe *et al.* (2002); Rodríguez *et al.*, (1999) mencionan que el contenido de grano en el forraje aumenta la palatabilidad, el nivel de energía neta de lactancia y el contenido de fibras. Wolf *et al.* (1993) menciona que existe una amplia variabilidad en el contenido de fibra detergente neutra en hojas y tallos, con valores de 57.9 a 65 y de 30 a 60 por ciento del forraje total. Otros autores comentan que las variaciones en la digestibilidad de la fibra detergente neutra fluctúan entre 24.8 a 61.5 por ciento en híbridos (Weiss, 1998); esto significa que los híbridos con la misma concentración de fibra neutra detergente pueden tener valores de energía neta de lactancia diferente debido a que la digestibilidad de FDN no es la misma (Núñez, 2003).

### **Fibra detergente ácida (FDA)**

La fibra detergente ácida es el residuo insoluble y esta contiene celulosa, lignina, cutina, nitrógeno unido a la fibra y sílice. La FDA es la porción que queda después del tratamiento con detergente ácido e incluye la celulosa, lignina y sílice (Hollard y Kezear, 1990).

La fibra detergente ácida (FDA) y la lignina son frecuentemente es empleado con el propósito de predicción del valor energético de los forrajes (Van Soest, 1996) debido a que presentan los componentes menos digeribles de las paredes celulares (Peña *et al.* 2003).

Moreno- González *et al.* (2000) menciona que la fibra detergente ácida varia entre 34.2 a 41.1 por ciento de acuerdo a estudios realizado sen poblaciones de maíz. Peña *et al.* (2003) realizó estudios sobre el mismo tema y concluyo que la variabilidad estuvo entre 29.5 y 40.4 por ciento.

Algunos autores indican que las variables pueden utilizarse como indicadores de la calidad del maíz, (Cox *et al.* 1994; Peña *et al.*, 2002). La disminución de la concentración de fibras del forraje o aumentar la digestibilidad de las fibras puede incrementar la ingestión de materia seca y el desarrollo del animal (Buxton *et al.* 1996).

**Cuadro 1.1. Criterios de calidad para fuentes forrajeras (Herrera., 1999).**

<b>Concepto</b>	<b>Baja calidad</b>	<b>Alta calidad</b>
Contenido de FDN	Mas de 60%	De 40 a 52%
Contenido de FDA	Mas de 35%	De 25 a 32%
Contenido de ENL	Menos de 1.4 Mcal Kg <sup>-1</sup>	Mas de 1.45 Mcal Kg <sup>-1</sup>
Digestibilidad de MS	Menos de 60%	Mas de 65%

Tanto la FDN como la FDA están asociados con el consumo y con la digestibilidad y por consiguiente con la producción de los animales, es importante señalar que ha mayor contenido de FDN menor consumo y a mayor contenido de FDA menor digestibilidad.

**Cuadro 1.2. Calidad del forraje y porcentaje de fibra detergente neutro sobre la predicción del consumo de materia seca en rumiantes (Mertens, 1985 citado por Hollad y Kezar, 1990).**

CALIDAD DE FORRAJE	%DE FIBRA (Base seca).	Consumo de MS del peso del animal
Excelente	38	3.16
	40	3.00
	42	2.86
	44	2.73
	46	2.61
	48	2.50
	50	2.40
	52	2.31
Pobre	54	2.22



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Área de trabajo**

El presente trabajo de investigación consistió en cuatro etapas, se llevó a cabo en el Campo Experimental de la UAAAN UL. en Torreón, Coahuila.

#### **Localización, geográfica y características.**

La Comarca Lagunera se localiza geográficamente entre los 24° 30' y 27° de latitud norte, y entre los 102° y 104° 40' de longitud oeste, a una altitud de 1120 msnm, su clima se clasifica como muy seco con deficiencias de lluvias durante todas las estaciones del año, además de que cuenta con temperaturas semicalidas con inviernos benignos.

#### **Procedimiento Experimental**

Etapas. El trabajo se desarrollará en cuatro etapas:

##### **1.- Colección del material genético**

El material genético que se utilizó estuvo constituido por 6 colectas y una variedad QPM. El lugar de la colección tuvo lugar en el Municipio de Bocoyna Chihuahua y la variedad de alta calidad proteínica, (QPM) proporcionado por el Dr. Sergio Rodríguez de la UAAAN Saltillo, Coah.

## 2.-Cruzas (otoño del 2003)

Formación de la población base: Se realizaron las cruzas entre las colectas y la variedad QPM. En campo se establecieron las 6 colectas en fechas de siembra espaciadas cada siete días a partir del 03 de julio. De cada colecta se sembraron dos surcos de 6 metros de largo y 0.78 metros de distancia entre surco. Durante este ciclo se realizó la siembra de la QPM bajo condiciones de invernadero, dado que solo se tenían 290 semillas, que posteriormente se llevaron al campo para ser trasplantadas.

Al momento de realizar las cruzas se utilizaron (glasines) o bolsas para cubrir los jilotes (estigmas) para evitar que fueran contaminados con polen de otra planta no deseable, así mismo se cubrieron las espigas previo a la polinización la del genotipo QPM. En la polinización se tomó el polen de la QPM y se llevó a todas las plantas que presentaban estigmas receptivos, tanto en las colectas como en la QPM. En este ciclo también se realizó las cruzas fraternales de la QPM para incrementar la semilla. Todas las cruzas fueron realizadas durante ciclo agrícola de otoño del 2003, obteniéndose de esta manera la población base.

## 3.-Formación de líneas $S_1$ (Primavera del 2004)

El 19 de marzo, se sembraron en campo las  $F_1$  de los híbridos obtenidos, sembrándose 7 surcos de 5 metros de longitud, con espacio entre surco de 0.78 centímetros, tomándose 20 plantas para autofecundarse y generar las líneas  $S_1$ .

## 4.-Evaluación de líneas

Las líneas y sus progenitores se evaluaron en el Campo Experimental de la UAAAN-UL durante el verano del 2004.

## **Manejo agronómico**

### **Siembra**

La siembra se realizó en seco el 21 de agosto, en surcos simples de cinco metros de largo y 0.78m de ancho y, a una distancia de 0.18m entre plantas.

### **Fertilización**

La fertilización se realizó en dos partes, una aplicación al momento del riego de germinación con una dosis de 118-100-00 y, la segunda aplicación antes del encañe con la dosis 100-00-00.

### **Riegos**

El riego fue por cintilla en la etapa de evaluación y se aplicó una lámina de 80 cm distribuidos en once semanas del cultivo.

### **Control de plagas**

La aplicación de insecticidas se realizó para gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y gusano elotero (*Heliothis zea*) con aplicaciones de Decis (1 l/ha) y Folimat 1000 (0.5 l/ha).

### **Control de maleza**

El control de maleza se llevó a cabo manual, realizando un deshierbe antes de cada aplicación de cada riego.

## **Variables evaluadas**

### **Floración masculina**

Esta variables se estimó en días después de la siembra cuando la floración se encontraba en un 60 porciento de espigas visibles.

### **Floración femenina**

Se tomo en días, de acuerdo al porcentaje de plantas que presentaba un 60 porciento de estigmas visibles.

### **Altura de planta**

Esta se midió en metros desde la base del tallo hasta la parte superior de la espiga. Se muestreo tres plantas representativas y se calculo el promedio de las mismas.

### **Altura de mazorca**

Se midió en metros, desde la base del tallo hasta el nudo de inserción de la mazorca principal, al igual que la altura de planta se realizó un muestreo en tres plantas y se calculo el promedio.

### **Rendimiento de forraje**

Se determino a los 77 días después de la siembra cuando se encontraba en estado lechoso-masoso, cortando tres plantas con competencia completa de la parcela. Estos pesos fueron tomados en Kilogramos, los cuales fueron transformados a  $t\ ha^{-1}$ .

## **Rendimiento de elote**

Se determino cortando los elotes de las tres plantas, su peso fue tomado en kilogramos, estas fueron transformadas a toneladas.

## **Materia seca**

Esta variable se determino tomando una muestra de tallo, específicamente de la parte media de la planta y en la cual se tomo el % de materia seca y esta se convirtió a  $t\ ha^{-1}$

## **Índice de mazorca**

El índice de mazorca se estimo como la relación entre las variables rendimiento de elote y rendimiento de forraje verde.

## **Acame**

Se califico del 1 al 5, de menor a mayor grado de acame, los porcentajes correspondientes a la calificación es como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3.1. Calificación de acuerdo al numero de plantas acamadas.**

<b>GRADO</b>	<b>POR CIENTO DE ACAME</b>
1	0 a 20
2	21 a 40
3	41 a 60
4	61 a 80
5	81 a 100

## **Fibra detergente neutro y fibra detergente ácida**

Se realizó el análisis de fibras neutro detergente (FDN) y ácido detergente (FDA), para el cual se utilizó el método de Van Soest. Para ello se tomó una sección del tallo de la planta, específicamente la parte superior del nudo donde se inserta la mazorca, se pesó en verde y posteriormente se secó en la estufa a una temperatura de 100° C por un tiempo de 24 horas, después se molió utilizándose en el análisis 0.5 g por cada repetición. El análisis se realizó con un digestor marca analizador de fibras AMKON 200.

Con los resultados obtenidos se realizó el cálculo de % de fibra con la siguiente fórmula para ambas variables.

$$\%FDN = \frac{(Wm + Wb) - Wb}{Wm} \times 100$$

donde:  $(Wb + Wb)$  = peso final,  $Wb$  = peso de la bolsa y  $Wm$  = a peso de la muestra.

## **Grado de opacidad**

Se utilizó la escala de graduación del 1 al 5 propuesta por el CIMMyT, donde 1 representa el grano normal y el grado-5 representa el 100 por ciento opaco. Para clasificarlo se tomó una muestra de 100 granos por línea para lo cual los granos se pasaron por una pantalla de luz para facilitar el contrastar del endospermo.

## **Diseño experimental**

Bloques al azar con 98 tratamientos y dos repeticiones, usando para el análisis estadístico el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$$i=1,2,\dots,t; j = 1,2,\dots,r.$$

Donde:  $\mu$  = media general;  $\tau_j$  y  $\beta_j$  = los efectos de los tratamientos y repeticiones y  $\varepsilon_{ij}$  = error experimental para cada observación (ij).

### Modelo estadístico

Para facilitar el análisis los tratamientos se agruparon por población, formándose siete grupos, seis grupos con las S1 y el restante con los progenitores. El modelo estadístico quedó de la forma siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu_i + G_i + (LG)_{ij} + B_k + E_{ijk}$$

donde:  $Y_{ijk}$  = observación del  $i$ -ésimo grupo de la  $j$ -ésima familia en la  $k$ -ésima repetición.  $\mu_i$  = es el efecto de la media general.  $G_i$  = es el efecto del  $i$ -ésimo grupo.  $(LG)_{ij}$  = es el efecto de la  $j$ -ésima familia, dentro del  $i$ -ésimo grupo.  $B_k$  = es el efecto de la  $k$ -ésima repetición y;  $E_{ijk}$  = es el error, experimental.

El análisis de varianza con grados de libertad y esperanzas de cuadrados medios se presentan en el Cuadro 4.1.

**Cuadro 4.1. Análisis de varianza y esperanzas de cuadrados medios.**

FV	gl	CM	ECM
Repeticiones (R)	(r-1)	CM <sub>4</sub>	$\sigma_e^2 + l\sigma_{G \times R}^2 + l\sigma_R^2$
Grupos (G)	(g-1)	CM <sub>5</sub>	$\sigma_e^2 + l\sigma_{G \times R}^2 + l\sigma_R^2 + r\sigma_G^2$
Línea/G	(l-1)	CM <sub>3</sub>	$\sigma_e^2 + r\sigma_{L/G}^2$
Grupo* R	(g-1)(r-1)	CM <sub>2</sub>	$\sigma_e^2 + l\sigma_{G \times R}^2$
R*L/G	[(r-1)][(l-1)]-1	CM <sub>1</sub>	$\sigma_e^2$
Total	Gr-1		

FV: Fuentes de variación; G.L: Grados de libertad; ECM: Esperanzas de cuadrados medios.

### Componentes genéticos

Con base a las ECM del Cuadro 4.1, se estimaron los siguientes componentes genéticos:

A) Varianza genética ( $\sigma^2_g$ ):

$\sigma^2_g = \sigma^2_G + \sigma^2_{L/G}$ , donde  $\sigma^2_G$  y  $\sigma^2_{L/G}$  son las varianzas de Grupos y Líneas/Grupo respectivamente.

$$\sigma^2_G = M_5 - M_2 - M_3 + M_1/r_l;$$

$$\sigma^2_{L/G} = M_3 - M_1/r_l;$$

Como la  $\sigma^2_{L/G}$  = Covarianza de Medios Hermanos (Cov M.H.) =  $\frac{1}{2}\sigma^2_{Aditiva}$ ; por lo tanto:  $\sigma^2_{L/G} = \frac{1}{2}\sigma^2_{Aditiva}$ , así  $\sigma^2_{Aditiva} = 2 \sigma^2_{L/G}$ , y la  $\sigma^2_G$  = Covarianza de Hermanos completos (CovHC) =  $\frac{1}{2}\sigma^2_{Aditiva} + \frac{1}{4}\sigma^2_{Dominancia}$ , Así,  $\sigma^2_G = \text{CovHC} - \text{Cov M.H}$

B) Varianza ambiental:

Se estima de la manera siguiente:

$$\sigma^2_{G \times R} = M_2 - M_1/l, \text{ y } \sigma^2_R = M_4 - M_2/l_g;$$

C) Varianza de la interacción:

Se estima como la  $\sigma^2_e = M_1$

La varianza fenotípica total ( $\sigma^2_f$ ). Es la suma de los siguientes componentes:

$$\sigma^2_f = \sigma^2_{G \times R} + \sigma^2_R + \sigma^2_e + \sigma^2_{Aditiva} + \sigma^2_{Dominancia}$$

D) Grado de dominancia (d):

Proporciona información de la magnitud del efecto de heterosis. Cuando  $d > 1 >$  efecto de heterosis.

$$d = \sqrt{\frac{2\sigma^2_D}{\sigma^2_A}}$$



En donde:  $\sigma^2_D$  = Varianza de dominancia  $\sigma^2_A$  = Varianza aditiva

E) Heredabilidad ( $H^2$ ):

Heredabilidad en sentido amplio ( $H^2$ ), representa la proporción heredable del total de la varianza:

$H^2 = \sigma^2_G / \sigma^2_f$ ; donde la varianza fenotípica ( $\sigma^2_f$ ) =  $\sigma^2_{G \times R/r} + \sigma^2_R + \sigma^2_{e/r} + \sigma^2_{Aditiva} + \sigma^2_{Dominancia}$

F) Heredabilidad en sentido estricto ( $h^2$ ).

$h^2 = \sigma^2_A / \sigma^2_f$

### **Distribución de frecuencia**

Con los datos de las variables se Altura de planta y mazorca, rendimiento de forraje verde y de elote así como el índice de mazorca, se construyeron polígonos de frecuencia con el objeto de conocer la distribución y dispersión de cada variable.

### **Componentes principales**

Con el objeto de conocer la dimensionalidad de los datos y simplificarlos en un número reducido de variables y lograr un examen visual de los datos multivariados en una gráfica simple. La técnica Biplot, presenta de manera gráfica al mismo tiempo las similitudes entre las unidades taxonómicas (Genotipos), las relaciones entre las variables y los valores relativos de las observaciones para cada variable.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias altamente significativas para la fuente de variación de Grupos (G) para todas las variables (FM, FF, AP, FV, RE, MS, IM, AC, FDA y FND) excepto para AM donde no se encontró diferencias. Como los grupos representan a las poblaciones, implica que estas son diferentes para las citadas características. Así mismo para la fuente de variación Línea dentro de grupo (L/G), se detectó diferencias significativas para todas excepto para acame (AC), mientras que para las variables FDN y FDA la respuesta fue significativa para ambas al 0.01 de probabilidad (Cuadro 5.1).

Las diferencias se aprecian en el Cuadro 5.2, donde para FM y FF, los grupos del 2 al 7 fueron significativamente iguales, y a la vez más tardíos y diferente estadísticamente del grupo-1 (G1) que corresponde a los progenitores.

Respecto a la variable AP, se encontraron diferencias significativas entre grupos, oscilando dicha variable de 1.63m a 1.75m para los grupos G6 y G3 respectivamente. Sin embargo considerando las 84 líneas en conjunto, se observa un rango de 0.79 m y una DMS (0.05 P) de 0.30m donde 26 líneas fueron estadísticamente iguales y donde la línea S31-7 fue la de mayor altura. En la Figura 1, se observa que aproximadamente el 48 por ciento de las líneas tuvieron una AP alrededor de la media (1.7 m) y el 6.6 por ciento con AP superiores a 2.0 m.

En tanto para AM, los valores oscilaron de 0.86m a 0.96m, para G3 y G7, y diferentes estadísticamente. Lo que supone diferencias marcadas entre grupos. Si se observa la diferencia entre las 84 líneas y sus 14 progenitores,

(ANEXO 1), se observa que el rango fue de 0.48 m, y donde el progenitor C34 presentó la mayor AM y la cual fue estadísticamente diferente a 33 líneas. El 24% de los materiales estuvieron cercanos a la media (0.90 m).

Para FV, el G7 mostró el mayor rendimiento con  $47.88 \text{ t ha}^{-1}$ , estadísticamente similar al los grupos G2, G3, G4, G5 y G6, y diferentes al G1 el cual presentó un rendimiento de  $36.54 \text{ t ha}^{-1}$ . El grupo G7 y G4 mostraron rendimientos de FV iguales y superiores a la media regional (Núñez et al., 2002). El potencial de FV se puede apreciar en el ANEXO1 y Figura 1, donde el rango oscila de 18.7 a  $68.26 \text{ t ha}^{-1}$ , es decir con una amplitud de  $49.56 \text{ t ha}^{-1}$ , lo que indica la variación presente en esta variable. La línea S129-1 presentó el mayor rendimiento de FV con  $68.26 \text{ t ha}^{-1}$ , estadísticamente igual a seis materiales mas, donde se encuentra el progenitor (Testigo) QPMa con  $67.3 \text{ t ha}^{-1}$ .

Respecto al rendimiento de elote (RE), se observa un comportamiento similar a la de FV, donde los grupos de G2 al G7 fueron iguales estadísticamente, y diferentes al grupo testigo G1; el G1 con el menor rendimiento produjo  $9.24 \text{ t ha}^{-1}$ , en contraste con el G2 que produjo  $13.92 \text{ t ha}^{-1}$ . En la Figura 1, se muestra la distribución de las 84 líneas y sus progenitores, donde se observa que el 43 por ciento de las líneas estuvieron por debajo de la media ( $12.42 \text{ t ha}^{-1}$ ), y el 5 por ciento iguales y superiores a dicho valor. La línea S134-7 produjo el mayor RE, con  $21.07 \text{ t ha}^{-1}$ , estadísticamente igual a 11 líneas más, y donde cuatro presentan RE mayores a  $20 \text{ t ha}^{-1}$ .

En el ANEXO 1 en el que se presentan los rendimientos por línea, tanto de FV y RE se observa que dentro del G1, el progenitor QPM y QPMa, tuvieron rendimientos muy superiores a su grupo; el QPM mostró FV y RE de  $57.87$  y  $15.73 \text{ t ha}^{-1}$ , en tanto QPMa presentó  $67.36$  y  $16.44 \text{ t ha}^{-1}$ .

Dentro del resto de los grupos se identificaron a ocho líneas con rendimientos superiores tanto en FV como en RE, dos en el G2, tres en el G4, una en el G5 y dos en el G7. De éstas la S1-29-1 produjo 68.26 t ha<sup>-1</sup> de FV y 17.45 t ha<sup>-1</sup> de RE; la línea S134-7 con 63.51 y 21.07 t ha<sup>-1</sup> de FV y RE respectivamente.

Para MS, el G4 mostró la mayor producción promedio con 10.73 t ha<sup>-1</sup> estadísticamente a los G3 y G2, en tanto que el G6 produjo el menor rendimiento con 8.37 t ha<sup>-1</sup>. En el ANEXO I y Figura 2, se observan los datos de las líneas, donde la media fue de 9.01 t ha<sup>-1</sup>, y el genotipo con mayor rendimiento fue el testigo QPM con 17.6 t ha<sup>-1</sup>, significativamente igual a la línea S129-1 con 16.6 t ha<sup>-1</sup>. El rango de 14.65 t ha<sup>-1</sup> indica la gran variación que existió en los genotipos y se confirma con la dispersión que se observa en la Figura 3, donde el testigo QPM se encuentra en el extremo izquierdo y la C30 en el extremo derecho que contrastan en rendimiento de MS.

El índice de mazorca (IM), se presenta en la Figura 1, donde se aprecia un amplio rango entre las líneas, donde el mayor IM fue de 50.72 y el menor de 9.95, lo que hace un rango de 40.77. El 80 por ciento de las líneas se agruparon alrededor de la media (28.77) y aproximadamente el 5 por ciento mostraron IM superiores a iguales y/o superiores a 38. El grupo 2, presentó el mayor IM con 31.3 por ciento, seguido del G3, en tanto el menor porcentaje lo mostró el G1 con 25.1 por ciento que corresponde al grupo de los progenitores.

Para la variable (AC) los G7, G6, G3 y G1 fueron estadísticamente iguales mostrando una mayor porcentaje de acame en el G7 con 2.75 por ciento donde el de menor porcentaje fue el del G2 con valor de 1.46, estadísticamente diferente (DMS).

Los genotipos con mayor acame fueron C33a correspondiente al grupo 1, que se encuentra dentro de los progenitores y S134-4, S134-13 con valores

de 4.50, encontrándose dentro del grupo 7. El valor mas bajo se presento en el 14 porciento de las líneas y progenitores, existiendo un rango de 3.5 (ANEXO 1), lo que se puede apreciar en la distribución de las líneas en la Figura 2.

Para FDA el mayor porcentaje fue para el G7 que con un valor de 38.97 porciento y, el que mostró el valor mas bajo fue el G5 con 29.61, estadísticamente diferente (DMS), lo cual coincide con lo encontrado por Moreno-González, (2000) y Peña *et al.* (2003); los grupos que fueron estadísticamente iguales son G7, G6, G2 y G1 y diferentes al G5.

Se observa que de los 98 genotipos evaluados (ANEXO 1) la línea S130-11 presenta el porcentaje más alto de esta variable con 48.10 por ciento, que se encuentra dentro del grupo 3 y el de menor porcentaje la línea S132-10 con 11.63 porciento, existiendo un rango de 36.47 porciento, Figura 2. Así mismo el 26.5 porciento de los genotipos mostró porcentajes dentro del rango de calidad (Herrera, 1999; Peña *et al.*, 2003) dentro de los cuales 22 son líneas S1 y el resto tres colectas y el QPM, que mostró valores dentro del rango aceptable (29.15 y 37.76 porciento) de FDA. En los progenitores la C33a fue el mas bajo con 20.32 porciento dentro del grupo.

Para la FDN el G2 fue estadísticamente diferente al resto, con 62.96 porciento, en tanto el G5, mostró el menor porcentaje con 52.9 porciento, con un rango de 10.04 porciento, que de acuerdo a Herrera (1999), solo el G5 se encuentra en el límite de calidad. De acuerdo con los datos obtenidos (ANEXO 1) la línea con mayor porcentaje de fibra neutro detergente fue la S133-13 con 77.57 y el de menor S134-6 con 9.40, si consideramos las 84 líneas y sus progenitores observamos un rango de 68.17 porciento, lo cual se observa en la Figura 3. Dentro de los progenitores encontramos que la C29 obtuvo un porcentaje de 75.20 seguido de las colectas C31a y C32a con 73.40, 73.40 respectivamente, el mas bajo corresponde al C33a con 38.05. En general de los 98 genotipos, 25 (25.5 porciento) mostraron valores entre 40 y 52 porciento

(Herrera, 1999), dentro de los cuales 22 son líneas y el resto (tres) son las colectas 30, 33 y 34. El material QPM mostró valores de 55 y 66 por ciento de FDN.

Respecto al grado de opacidad, se observó que aproximadamente el 25 por ciento de las líneas presentó endospermo tipo cristalino ó normal, el 60.7 por ciento opaco modificado grado -2 y 14.7 por ciento opaco modificado grado-3, lo cual coincide con una segregación mendeliana de 3:1 como debería esperarse en este tipo de genes. Los grados-2 y 3 son los recomendados para mantener el carácter QPM (CIMMyT).

**Cuadro 5.1. Significancia de cuadrados medios de 84 líneas S1 y sus progenitores 2004.**

FV	GL	FM (días)	FF (días)	AP (m)	AM (m)	FV (t ha <sup>-1</sup> )	RE (t ha <sup>-1</sup> )	MS (t ha <sup>-1</sup> )	IM (%)	AC (1-5)	FDA (%)	FND (%)
Grupo (G)	6	180.49**	108.51**	0.080**	0.027ns	396.90**	64.23**	11.83**	123.8**	6.33**	308.15**	335.56**
Rep.(R)	1	16.0*	1.84ns	0.066ns	0.006ns	12.89ns	11.25ns	5.24ns	39.43ns	6.98**	33.01ns	1.05ns
Línea (L/G)	91	17.26**	15.53**	0.059**	0.029**	193.43**	29.00**	15.55**	77.62**	1.19ns	113.90**	276.27**
GxR	6	13.57**	19.21**	0.073**	0.046**	86.98**	8.01ns	3.53ns	29.38ns	5.21**	13.58ns	0.34ns
Error	91	2.76	3.07	0.021	0.016	20.34	3.82	0.97	18.34	0.99	17.79	0.48
Total	195											
CV (%)		3.02	2.96	8.57	13.9	10.48	15.72	10.95	15.08	2.25	12.46	1.19
Media		55.13	59.23	1.70	0.90	43.02	12.42	9.01	28.77	44.3	33.84	58.71

\*, \*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad. FM=Floración masculina; FF=Floración femenina; AP= Altura de planta; AM= Altura de mazorca; FV= Forraje verde; RE= Rendimiento de elote; IM= Índice de mazorca; MS=Materia seca; AC=Acame; FDA= Fibra detergente ácida; FND=Fibra detergente neutro.

**Cuadro 5.2. Valores medios de grupo de seis variables en 84 líneas S1 y sus progenitores.**

G‡	FM	G	FF	G	AP	G	AM	G	FV	G	RE	G	MS	G	IM	G	AC	G	FDA	G	FDN
	(días)		(días)		(m)		(m)		(t ha <sup>-1</sup> )		(t ha <sup>-1</sup> )		(tha <sup>-1</sup> )		(%)		(1-5)		(%)		(%)
7	57.28	7	60.71	3	1.75	7	0.96	7	47.88	2	13.92	4	10.37	2	31.30	7	2.75	7	38.97	2	62.96
5	56.18	3	60.29	7	1.75	1	0.91	4	45.96	7	13.22	3	9.08	3	30.71	1	2.61	1	35.81	1	61.23
3	55.96	2	59.96	4	1.74	5	0.91	2	44.95	4	13.17	2	9.04	6	29.45	3	2.57	2	35.66	4	59.91
2	55.93	5	59.92	2	1.72	6	0.89	5	43.46	3	12.80	7	8.89	4	28.85	6	2.43	6	34.49	7	59.87
4	55.54	4	59.54	1	1.68	4	0.89	6	41.51	5	12.40	5	8.85	5	26.78	5	2.14	3	31.44	6	58.73
6	55.50	6	59.29	5	1.63	2	0.89	3	40.84	6	12.23	1	8.52	7	27.21	4	1.79	4	30.92	3	55.36
1	49.54	1	54.89	6	1.63	3	0.86	1	36.54	1	9.24	6	8.37	1	25.10	2	1.46	5	29.61	5	52.92
DMS†	2.12		0.72		0.13		0.04		1.91		1.78		1.22		3.33		1.41		3.06		0.54

†:DMS=Diferencia mínima significativa al 5% de probabilidad; ‡:G= Genotipo; FM=Floración masculina; FF=Floración femenina; AP= Altura de planta; AM= Altura de mazorca; FV= Forraje verde; RE= Rendimiento de elote; IM= Índice de mazorca (RE/FV); MS=Materia seca; AC=Acame; FDA= Fibra detergente ácida; FND=Fibra neutro detergente.



En el Cuadro 5.3 se presentan los coeficientes de correlación de las once variables evaluadas. No se observan correlaciones entre las variables relativas a la altura (AM y AP) con las de floración (FF y FM), en contraste, dentro de ellas se observaron valores altos y significativos; AP y AM correlacionaron positivamente con las variables relacionadas con el rendimiento como FV (0.53), RE (0.28) y MS (0.36) y, lo mismo se observó para FM con las mismas variables.

Respecto a la relación entre variables relacionadas con el potencial de rendimiento, FV correlacionó positivamente con RE (0.79) y MS (0.78); y RE con IM (0.67) y MS (0.63).

Acame (AC) correlacionó negativamente con RE (-0.26) y FV (-0.23); y de las fibras solo fibra detergente ácido (FDA) correlacionó con altura de mazorca (0.23) y con fibra detergente neutro (FDN) (0.51). Estas mismas tendencias se aprecian claramente en la Figura 3 por la posición y/o ángulo que guardan los vectores de las variables

**Cuadro 5.3. Coeficientes de correlación entre 11 variables medidas en 84 líneas y 14 testigos evaluados en la UAAAN-UL.**

Variable	AM	AP	FF	FM	FV	RE	IM	MS	AC	FDA	FDN
AM		0.77**	0.05	0.15	0.53**	0.28*	-0.14	0.36*	-0.02	0.23*	0.16
AP			0.12	0.16	0.51**	0.34*	-0.06	0.41**	-0.10	0.04	-0.01
FF				0.93**	0.22*	0.14	0.02	0.19	-0.11	-0.13	-0.07
FM					0.37**	0.28*	0.06	0.27*	-0.11	-0.03	-0.02
FV						0.79**	0.10	0.78**	-0.23*	0.13	0.11
RE							0.67**	0.63**	-0.26**	-0.01	0.15
IM								0.13	-0.11	-0.18	0.07
MS									-0.17	0.02	0.06
AC										-0.04	0.03
FDA											0.56**
FDN											

\*, \*\*, Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad. AM=Altura de mazorca; AP=Altura de planta; FF=Floración femenina; FM =Floración masculina; FV=Forraje verde; RE= Rendimiento de elote; IM=Índice de mazorca; MS= Materia seca; AC=porciento de acame; FDA=fibra detergente acida y FDN=fibra detergente neutra.

En el Cuadro 5.4 se presentan los componentes de varianza para las variables evaluadas, donde la varianza de dominancia ( $\sigma^2_D$ ) fue de mayor importancia en las variables FM y FF que la varianza aditiva ( $\sigma^2_A$ ). Lo anterior se refleja en el grado promedio de dominancia (d), con valores de 1.8 y 1.56 respectivamente, los valores que se acercan al 1 son para las variables índice de mazorca, acame con 0.96.

**Cuadro 5.4. Componentes de varianza (CV), heredabilidad en sentido amplio ( $H^2$ ) y estricto ( $h^2$ ) y grado promedio de dominancia (d) para ocho variables.**

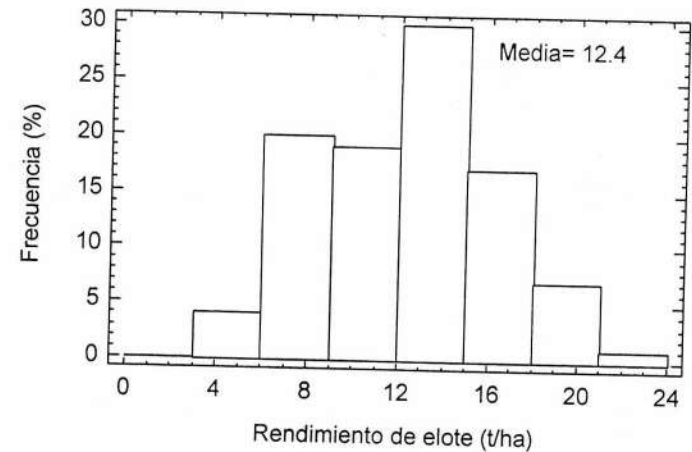
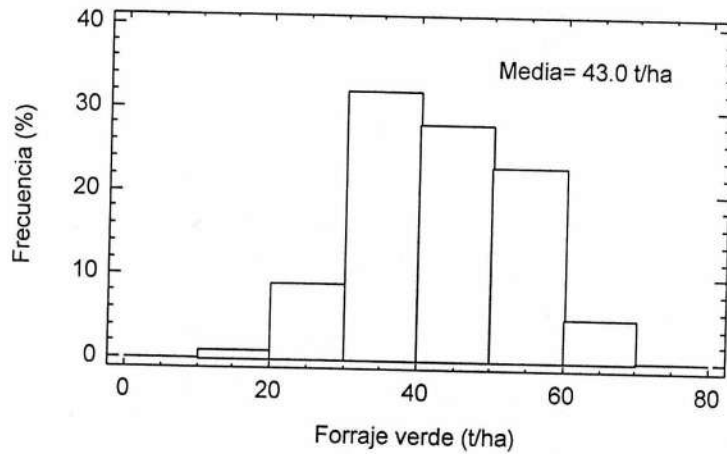
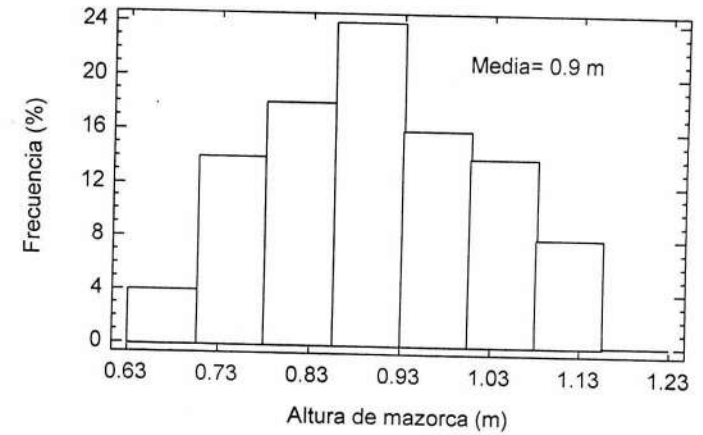
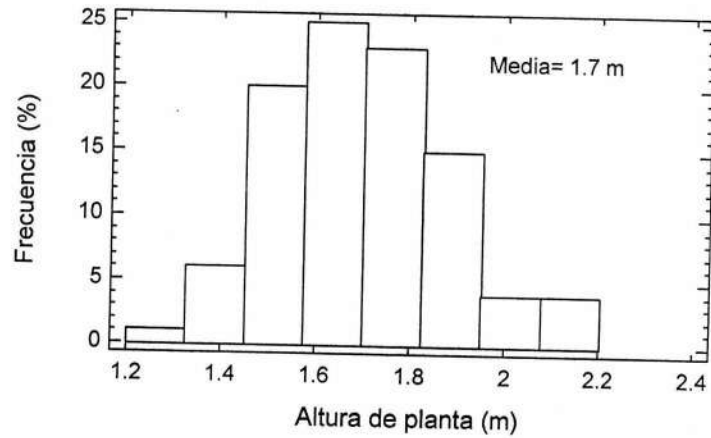
CV†	FM	FF	AP	AM	FV	RE	MS	IM	AC	FDA	FDN
$\sigma^2_R$	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033	0.007	0.000	0.011	3.01	3.42
$\sigma^2_D$	23.499	15.239	0.002	0.003	54.859	7.569	1.046	0.002	0.093	0.0	0.0
$\sigma^2_A$	14.500	12.460	0.038	0.013	173.090	25.180	14.710	0.005	0.200	96.11	275.79
$\sigma^2_{G \times R}$	0.386	0.576	0.002	0.001	2.380	0.150	0.080	0.000	0.151	0.0	0.0
$\sigma^2_e$	1.380	1.535	0.011	0.008	10.170	1.910	0.520	0.002	0.495	8.90	0.24
$\sigma^2_F$	39.79	29.81	0.05	0.02	240.50	34.84	16.36	0.01	0.95	68.55	231.66
$H^2$	95.50	92.92	76.50	64.87	94.78	93.99	96.29	83.44	30.83	88.98	98.42
$h^2$	36.44	41.80	72.68	52.71	71.97	72.27	89.90	57.04	21.05	88.98	98.42
D	1.80	1.56	0.32	0.68	0.80	0.78	0.38	0.96	0.96	0.0	0.0

† $\sigma^2_R$  y  $\sigma^2_{G \times R}$  =Varianza ambiental;  $\sigma^2_D$ =Varianza de dominancia;  $\sigma^2_A$ =Varianza Aditiva;  $\sigma^2_e$ =Varianza de la interacción;  $\sigma^2_F$ =Varianza fenotípica; FM=floracion masculina; FF=floracion femenina; AP=altura de planta; AM=altura de mazorca; FV=forraje verde; RE=rendimiento de elote; MS=materia seca; IM=índice de mazorca; AC=porciento de acame; FDA=fibra detergente neutra y FDN=fibra detergente neutra.

La heredabilidad en sentido amplio ( $H^2$ ) para ambas variables fue alta, con 95.5 y 93.47 porciento respectivamente, lo cual contrasta con la heredabilidad en sentido estrecho ( $h^2$ ) cuyos valores representan el 36.44 y 42.80% de la varianza total. En el resto de las variables la varianza aditiva ( $\sigma^2_A$ ) fue la de mayor importancia, lo cual se reflejó en la magnitud del grado promedio de dominancia (d) y de la heredabilidad en sentido estricto ( $h^2$ ), donde MS, FDA, FDN presentaron los valores más alto con 89.9, 88.98 y 98.42 las dos ultimas variables no mostraron grado de dominancia, mientras para la variable AC el grado de dominancia fue de 0.96 y en FDA, FDN los dos obtuvieron un valor de 0.0.

En la Figura 3, se observa que el 64.9% de la variación de los datos están explicados por los dos primeros componentes y donde las variables con mayor peso se ubican en estos dos componentes y, dado que solo la variable IM se ubica como la de mayor importancia en el tercer componente (CP3) se sacrificó el tercer eje. Además de que el CP3 solo acapara el 19.4%, esta variable correlaciona muy alto con RE y MS es factible hacer deducciones de su comportamiento.

El análisis de componentes principales (ACP) permitió detectar el comportamiento de los genotipos evaluados. Los genotipos se organizaron en cuatro grupos en función del potencial de rendimiento (FV, MS, RE) y el ciclo de cultivo (FM y FF). El Componente 1, separó a los genotipos por su potencial de producción, en tanto el Componente 2, por los días a floración ó ciclo del cultivo (FM, FF), y por el contenido de fibra (FDN, FDA). Así, en el cuadrante superior izquierdo se ubican los genotipos con mayor rendimiento, precoces y de mayor contenido de fibras; en tanto, en el inferior izquierdo, los de mayor potencial, tardíos y menor contenido de fibras. En este último se detectaron a los progenitores QPM y en el superior izquierdo dentro del círculo a 11 líneas. En contraste en los cuadrantes del lado derecho, se ubican los genotipos con menor potencial, de ciclo tardío (Inferior) y precoces en el cuadrante superior. Aquí se identifican los genotipos progenitores (Colectas) con menor potencial de rendimiento y precoces.



**Figura 1. Distribución de frecuencia de 84 líneas y sus progenitores para las variables Altura de planta y mazorca, Forraje verde**

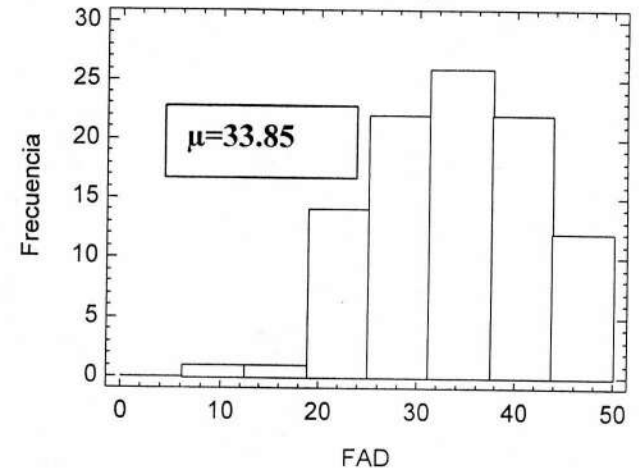
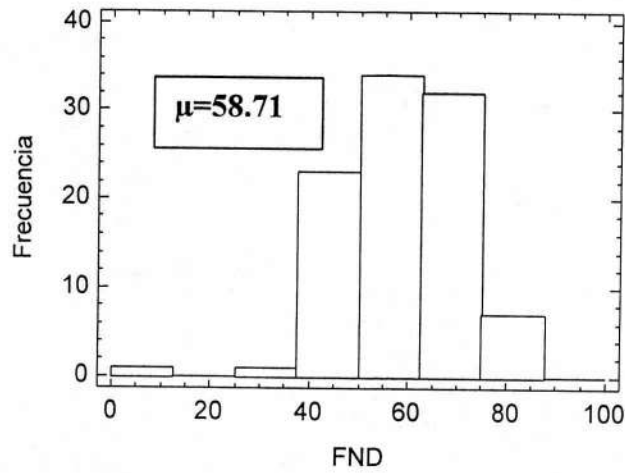
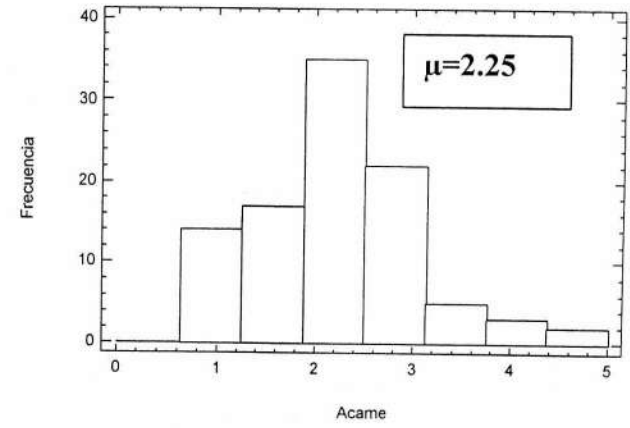
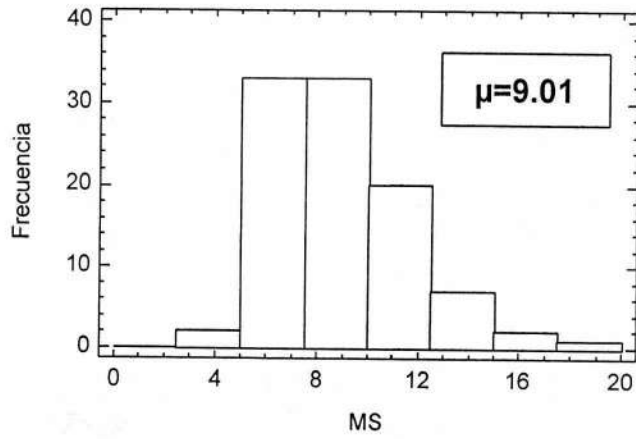


Figura 2. Distribución de frecuencia de 84 líneas y sus progenitores para las variables FDN, FDA, Acame y MS.

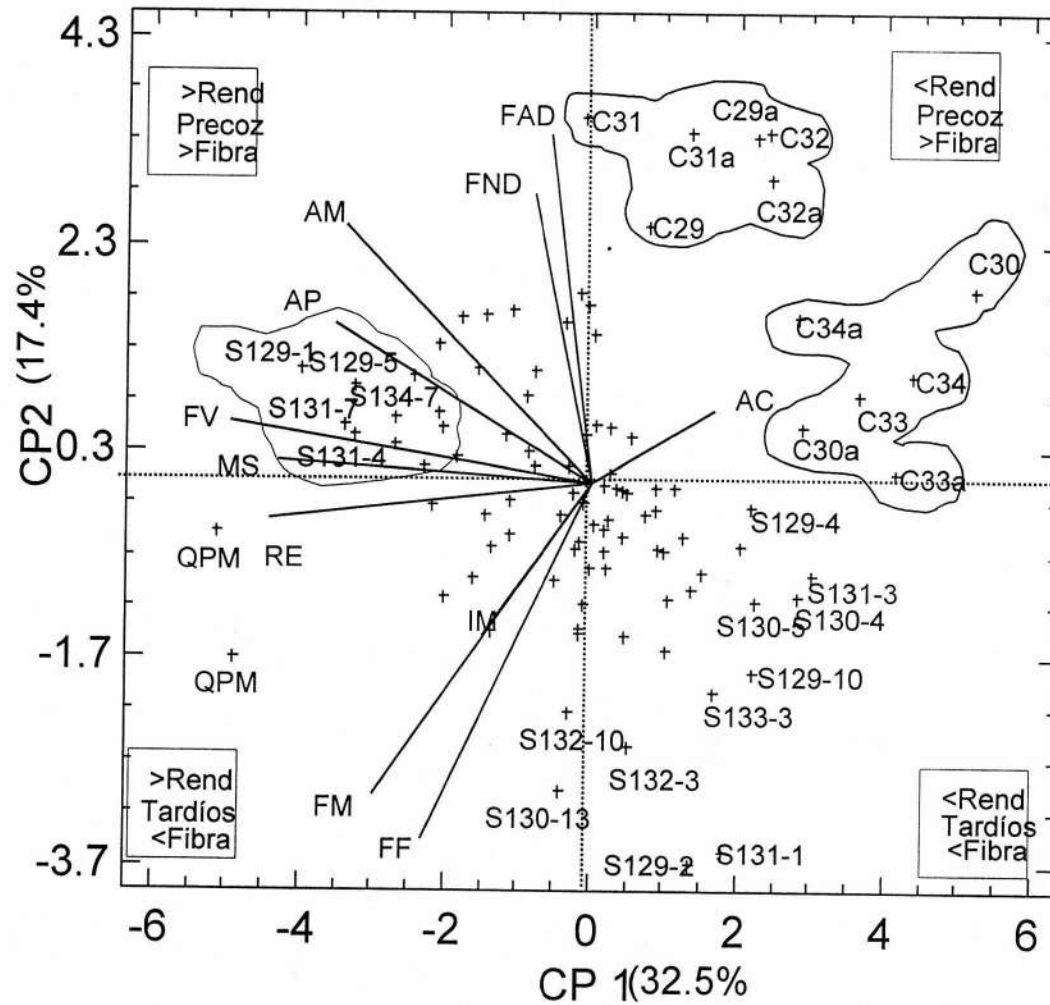


Figura 3. Ordenación de 98 genotipos de maíz e importancia relativa y relación de once variables.

## V. CONCLUSIONES

- El grupo 7, presentó las líneas más tardías, con mayor altura de planta, mazorca y a la vez con mayor rendimiento de forraje verde (FV) y rendimiento de elote (RE).
- Las líneas y progenitores se agruparon por su potencial de rendimiento y su período de floración.
- Existen ocho líneas prometedoras con rendimientos superiores en FV y RE.
- La acción génica no-aditiva fue importante para las variables de floración, y la aditiva para el resto de las variables.
- FV correlacionó positivamente con RE (0.79) y MS (0.78); y RE con IM (0.67) y MS (0.63).
- Fibra ácido detergente (FDA) correlacionó positivamente con AM y con Fibra Neutro Detergente.
- El grado de opacidad, de las 84 líneas, se obtuvo una proporción aproximada de 25% de cristalinos que correspondió a la clasificación grado-1, 60.7% de opaco modificado correspondiente al grado-2 y 14.7% opaco modificado al grado-3.
- Es conveniente evaluar los materiales en las localidades para conocer su grado de estabilidad.



## VI. RESUMEN

El presente trabajo se llevo acabo en la Comarca Lagunera, en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El objetivo formar, evaluar y seleccionar líneas S<sub>1</sub>, con características de alto rendimiento del forraje verde, materia seca, bajos contenidos de fibra y con grano tipo opaco modificado, generadas de seis poblaciones heterogéneas cruzadas con maíz QPM. Se evaluó el comportamiento de 84 líneas y sus progenitores, utilizando un diseño en bloques al azar y dos repeticiones. La parcela experimental consto de 1 surco de 5 metros de longitud, y 0.78 m entre surco y 0.18 m entre plantas. Las variables evaluadas fueron: Floración masculina (FM), floración femenina (FF), rendimiento de forraje verde (FV), índice de mazorca (IM), altura de mazorca (AM), peso de elote (PE), altura de planta (AP), materia seca (MS), índice de acame (AC), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). Los análisis estadísticos resultaron altamente significativos para la mayoría de las variables, excepto para la variables altura de mazorca (AM) esto para fuente de variación de grupos (G) y, para la fuente de variación de líneas entre grupos (L/G) fue significativo para todas las variables excepto acame; en grupos por repeticiones el resultado fue no significativo para las siguientes variables: rendimiento de elote(RE), materia seca(MS), índice de mazorca (IM), fibra detergente ácida(FDA) y fibra detergente neutra (FDN). En los valores medios el grupo 7 fue el mas tardío, obtuvo valores altos en rendimiento de forraje verde, altura de mazorca, altura de planta y un alto grado de acame con (2.75). En los coeficientes de correlación resulto que el rendimiento de forraje verde (FV), rendimiento de elote correlaciono negativamente con acame (AC) indicando una asociación negativa entre estas tres variables.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Bertolini M, A. Verderio, M. Bressan, P. Bonadi, C. Loenzoni. 1999. Progress in breeding high quality protein (opaque-2) maize. *Informatore-Agraria* 55(8):55-57.
- Bommer, D. F. R. 1991. The historical development of international collaboration in plant genetic resources In: Th. J. L. Van Hintun, L. Frese, and P. M. Perron (eds.), *Searching for New Concepts for Collaborative Genetic Resources Management: Papers of the EUCARPIA/IBPGR Symposium*. International Board for Plant Genetic Resources. pp.3-12.
- Burton, J. W., Penny, L. H., Hallauer, A. R., and Eberhart, S. A. 1971. Evaluation of synthetic populations developed from a maize variety (BSK) by two methods of recurrent selection. *Crop Sci.* 11(3):361-365
- Buxton D. R., D. Redfean, H. Jung and D. Mertens. 1996. Improving forage quality-related characteristics of corn. US Dairy forage Research Center, Information Conference whit Dairy and forage Industries. pp. 23-28.
- Cantù B. J. E. 2003 *Principios de Bromatología animal*. Quinta Edición. pp. 224-247
- Ciencia y Tecnología. 2002. El maíz criollo y su singular diversidad *Periodismo de Ciencia y Tecnología*. Castillo, G. F., B. E. Herrera C., V. Moreno F.,

- J. Romero P., R. Ortega P., P. Ramírez V., M. M. Goodman, M. E. Smith, A. Ramírez H. y F. Espejel T. 2002. Una estrategia para desarrollar la producción de maíz basada en la diversidad genética local. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Del 1 al 5 de Septiembre, Saltillo, Coah.
- Cox W. J., J. H. Cherney, D. J. Cherney and W. D. Pardee. 1994. Forage quality and harvest index of corn hybrids under different growing conditions. *Agro J.* 86:277-282.
- Chávez A., J. L. y López E. 1995. Mejoramiento de plantas 1. UAAAN. México. 158. p.
- Dado R. G. 1999. Nutricional benefits of speciality corn grain hybrids in dairy diets. *J. Anim Sci*: 77(Suppl 2); 82:197-207.
- Dozhansky T. 1982. *Genetics and the Origin of Species*. Columbia University Press. Series: The Columbia Classics in Evolution. New York. 364 p.
- Genter C. F. 1971. Yields of S1 lines from original and advanced syntetic varieties of maize. *Crop. Sci.* 11(6): 821-824.
- Hallauer A R, J B Miranda 1981. *Quantitative Genetics in maize Breeding*, Iowa state University press. AUE. page. 468.
- Hallauer, A. R. and S. A. Eberhart. 1979. Reciprocal full-sib selection. *Crop Sci.* 10:315-316.
- Hernández X E, G Alanis F 1970. Estudio morfológico de cinco razas de maíz de la sierra madre occidental de México: Implicaciones fitogenéticas y fitogeográficas. *Agrociencia* 5:3-30.

- Hernández X. E. 1972. Exploración etnobotánica en maíz. *Fitotecnia Latinoamericana* 8:46-51.
- Hernández X. E. 1973. Memoria del simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. Colegio de postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura. Secretaria de Agricultura y Ganadería. Chapingo, México. pp. 149-156.
- Herrera S. R. 1999. La importancia de los maíces y sorgos mejorados para la producción de ensilaje. En: 2º Taller Nacional de especialidades de maíz. UAAAN. 9 y 10 de septiembre de 1999. Saltillo, Coahuila, México. p. 133-137.
- Holland, C, and W, Kezar. 1990 Pioneer forage manual. A nutritional guide. Pioneer Hi-Bred Internacional, Inc.
- Jinahyon, S. and W. A Rusell. 1969. Recurrent selection for stalk-rot resistance in a open pollinated variety of maize. *Iowa State. J. Sci.* 43: 229-237.
- Jugenheimer, W. R. 1981. Maíz. Editorial LIMUSA. México.
- Lonnquist J. H. 1964. A modification on the aer-to-row procedure for the improvement of maize populations. *Crop Sci.* 4:227-228.
- Louette D. 1996. Intercambio de semillas entre agricultores y flujo genético entre variedades de maíz en sistemas agrícolas tradicionales. In: J. Antonio Serratos, Martha C. Willcox y Fernando Castillo. (eds.), flujo genético entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgenico. INIFAP-CIMMYT-CNBA. México D. F. CIMMYT. pp. 60-71.

- Louette D, M. And Smale. 1996. Genetic Diversity and Maize Seed Management in a Traditional Mexican Community: Implications for In Situ Conservation of Maize. NRG papers 96-03. México. D. F. CIMMYT. 21p.
- Mertz E. T., L. S. Bates and O. E. Nelson. 1964. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science*. 145:279-280.
- Moll, R. H. and C. W Stuber. 1971. Comparison of Responses to Alternative Selection Procedures Initiated With Two Populations of Maize (*Zea mays L.*) *Crop. Sci* 11:706-711.
- Moreno-González J, I. Martínez, H. I. Brichette, A. López and P. Castro. 2000. Breeding potencial of European flint and U. S. Corn belt dent maize population for forage use. *Crop Sci*. 40:1588-1595.
- Nabham, G. P., D. M Roa, K. L. Reichhardt, E. Mellink, and C. F. Hutchinson. 1982. Papago influence on habitat and biotic diversity: Quitovac Oasis *Ethnoecology. J. Ethnobiol.* 2(2): 124-143.
- Navas A. A. A, T. Cervantes S. 1991. Selección para rendimiento y adaptación a Valles alto sen cruza interracial tropical de maíz de México. *Agrociencia Serie Fitociencia*. Vol. 2 No 4:97-114.
- Nelson, C. L. y L. E. Moser. 1994 Plant factors affecting forage quality. In: *Forage quality, evaluation and utilization*. Fahey, G. C. Jr. Editor. American Society of agronomy, Inc. Crop Science Society of American, Inc. Soil Science of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA.

- Núñez H. G., R. Faz C, M. R. Tovar G. y A. Zavala G. 2001. Híbridos de maíz para la producción de forraje con alta digestibilidad en el norte de México. Tec. Pecu. Méx. 39:77-88.
- ONU-FAO. 1996. Informe sobre el estado de los recursos Fitogenéticos en el mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 75 p.
- Ortega P. R. A. 1973. Variación de maíz y cambios socioeconómicos en Chiapas, Méx. 1946-1971. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Chapingo, México. 199 p.
- Ortega, P. R. A., J. J. Sánchez G., F. Castillo G. y J. M. Hernández C. 1991. Estado actual de los estudios sobre los maíces nativos de México. p: 161-186. In: Ortega P., R., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González y M. Livera M. (eds.). 1991. Avances en el estudio de los recursos genéticos de México. SOMEFI. Chapingo, México.
- Paterniani, E. 1967. Selection Among and Within Half-Sib Families in a Brazilian populations of Maize (*Zea mays L.*) Crop. Sci 27:617-622.
- Peña R. A, G., Núñez H. y F. González C. 2003. Importancia de la planta y el elote en poblaciones de maíz para el mejoramiento genético de la calidad forrajera. Téc. Pecu. Méx. 41:63-74.
- Peña R. A., G. Núñez H. y F. González C. 2002. Potencial forrajero de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. Téc. Méx. 40:215-228.

- Pérez C. A. A, J Molina G, A. Martínez G. 2000. Adaptación a clima templado de una variedad de maíz tropical mediante la selección masal visual estratificada. *Agrociencia* 34(5):533-542.
- Pinter L., Z. Burucs and Alfoldi. 1995. Comparison of normal and opaque-2 maize genotypes used for corn cob mix in pig feeding. *Agron J.* 87:547-550.
- Pixley, K. V. and M. Bjarnason. 1993. Combining ability for yield and protein quality among modified endosperm opaque-2 tropical maize inbreds. *Crops Sci.* 33:1229-1234.
- Poehlman J. M. 1983. Mejoramiento genético de las cosechas. Octava reimpresión LIMUSA. México. pp. 263-300.
- Preciado E., H. Córdova O, A Terron, E. Cervantes, A. Ortega, N. Gómez, C. Reyes, H. Vallejo y M. Erazo. 2001. Adaptación y rendimiento de híbridos de alta calidad de proteína en regiones tropicales y subtropicales de México. *Agronomía Mesoamericana.* 12(1):33-39.
- Rodríguez H. S. A., J. Santa R, A. J. Lozano R, J. G. Bolaños J y M. E. Vázquez B. 1999. Fitomejoramiento del maíz para ensilaje. In: 2º Taller Nacional de especialidades de maíz. UAAAN, 9y 10 de Septiembre de 1999. Saltillo, Coahuila, México. p 181-186.
- SAGAR. 2000. Centro de Estadística Agropecuaria (CEA) Avances en siembras y cosechas Primavera-Verano 2000. Resumen Nacional por Cultivos.

- Stuber, W. C. 1980. Mating designs, field nursery layouts, and breeding records. P: 83-104. In: Fehr R. W. and H. H. Hadley (eds). Hibridization of crop plants. ASA and CSSA, Madison, Wisconsin, USA.
- USDA-SAGAR 1997. Situación actual y perspectiva de la producción de maíz en México 1990-1997. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y la Secretaría de agricultura y Desarrollo Rural, México. 63 p.
- Van Soest P. J. 1996. Environmental and forage quality. Proc Cornell nutricion conferences for feed manufacturers. Búfalo, NY. pp. 1-6.
- Vega L. R. A. 1975. Adaptabilidad en diferentes medios ambientales de cruzamientos entre germoplasma de maíz (*Zea mays L.*) de clima caliente húmedo y clima caliente seco. Tesis de Maestría en ciencias. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, N. L. México 139p.
- Webel, O. D and J. M Lonquinst. 1967. An Evaluations of Modiefed Ear-to-Row Selections in a Populations of Corn. Crop. Sci. 7: 651-655.
- Weiss W. P. 1998. Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle. J. Dairy Sci. 81:830-839.
- Wellhausen E. J, L. M. Hernández X. 1951. Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. Folleto técnico No.5. SAG, OEE. México. 237 p.
- Wellhausen E. J. 1981. Razas y variedades mexicanas de maíz y su importancia en el mejoramiento genético *in*: Memoria del Simposium Nacional: El maíz de México, su pasado, su presente y futuro. Guadalajara, Jalisco, México. pp. 75-80.



- Wellhausen. E. J, L. M. Roberts, E. Hernández X. 1951. Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. Folleto Técnico No. 5. SAG, OEE. México 237p.
- Whistler, R. L. 1970. Industrial uses for corn starches. Corn: cultura, processing, products. Pp: 103-112. AVI Publishing, Wetport, Conn.
- Widdicombe W. D. and K. D. Telhen. 2002. Row width and plant density effect on corn forage hybrids. Agron J. 94:326-330.
- Wolf D. P., J. Coors, K. A. Albrecht, D. J. Undersander and P. R. Carter. 1993. Agronomic evaluations of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. Crop Sci. 33:1359-1365.
- Wolfe, M., and Fowden, L. 1957. Composition of the protein of whole maize seeds. Cereal chen. 34:286-295
- Woodworth, C. M. and Jugenheimer R. W. 1948. Breeding and genetics of high protein corn. Proc. 3<sup>rd</sup> Corn Res. Conf., pp. 75-83. Amer. Seed Trade Assoc.
- Zizumbo, V., D., E. Hernández X. y H. Cuanalo de la C. 1988. Estrategias agrícolas tradicionales para el aprovechamiento del agua de lluvia durante el temporal: El caso de Yuriria Guanajuato, Méx. Agrociencia 71: 315-340.

APÉNDICE VIII.

**Anexo1. Rendimiento medio de 84 líneas S1 y sus testigos evaluados en la UAAAN-UL durante el verano del 2004.**

L	G	FM	FF	AP	AM	FV	PE	IM	MS	AC	FDA	FDN	GO
C29	1	49	53	1.54	0.81	39.17	12.17	31.14	14.86	3.00	44.20	75.20	1
C30	1	48	53	1.48	0.73	18.70	3.26	18.01	2.95	3.00	39.60	67.00	1
C31	1	48	51	1.84	1.14	45.11	13.95	30.86	8.80	2.50	38.02	70.40	1
C32	1	48	52	1.65	1.00	32.64	8.61	26.34	5.10	2.50	45.80	71.60	1
C33	1	46	52	1.55	0.80	29.68	8.01	27.59	6.31	3.00	25.88	46.22	1
C34	1	47	54	1.61	0.82	24.93	3.56	14.55	5.49	3.00	26.22	46.20	1
QPM	1	65	69	2.08	1.13	57.87	15.73	27.16	15.34	1.00	29.15	55.10	3
C29a	1	48	52	1.69	0.89	42.74	7.12	16.49	8.55	3.50	42.19	67.47	1
C30a	1	45	54	1.72	0.78	27.30	8.90	32.45	6.97	1.50	25.90	45.96	1
C31a	1	49	53	1.80	1.01	37.99	9.20	24.27	6.37	2.00	46.07	73.40	1
C32a	1	48	55	1.74	0.97	27.01	6.35	23.27	5.87	2.00	45.02	73.20	1
C33a	1	44	52	1.43	0.76	26.41	8.31	33.02	7.84	4.00	20.32	38.05	1
C34a	1	47	55	1.54	0.83	34.72	7.72	21.93	7.21	2.50	35.20	61.40	1
QPMa	1	65	68	1.95	1.12	67.37	16.44	24.36	17.57	3.00	37.76	66.04	3
S129-1	2	55	58	1.99	1.10	68.26	17.45	25.55	16.59	1.00	33.07	54.80	1
S129-2	2	61	64	1.56	0.75	24.93	9.50	39.90	5.37	1.00	23.03	43.97	1
S129-3	2	56	59	1.85	1.05	59.35	16.62	28.00	10.32	2.00	29.81	63.80	1
S129-4	2	55	61	1.56	0.74	30.86	7.72	25.26	5.00	1.50	40.20	66.40	2
S129-5	2	55	59	2.09	1.07	58.46	20.18	34.49	10.69	1.50	35.06	59.26	2
S129-6	2	57	63	1.81	0.91	37.04	9.79	26.44	6.96	1.50	33.33	54.04	2
S129-7	2	56	60	1.47	0.76	47.19	16.92	35.89	11.10	1.50	47.56	76.49	3
S129-8	2	55	59	1.64	0.72	38.12	12.46	34.25	5.90	1.00	33.60	65.60	2
S129-9	2	54	58	1.65	0.87	40.66	14.84	36.37	7.78	1.00	39.20	71.20	3
S129-10	2	57	62	1.51	0.73	28.19	7.72	27.26	5.59	1.50	31.21	52.20	2
S129-11	2	58	62	2.01	1.06	50.75	14.84	29.08	9.61	1.50	47.66	64.80	2
S129-12	2	55	60	1.66	0.94	48.08	17.21	35.74	11.02	1.50	24.70	76.40	1
S129-13	2	55	57	1.70	0.95	53.12	18.10	34.01	13.96	2.00	43.54	72.20	1
S129-14	2	56	59	1.61	0.76	44.22	11.57	26.01	6.70	2.00	37.33	60.24	1
S130-1	3	56	60	1.95	1.14	37.10	7.42	20.19	8.15	3.00	41.40	63.22	2
S130-2	3	55	58	1.92	0.96	51.04	17.81	34.86	11.24	2.50	30.55	58.17	2
S130-3	3	57	61	1.70	0.81	39.17	12.76	32.58	8.63	3.00	39.38	70.66	2
S130-4	3	57	62	1.57	0.70	32.64	3.26	9.95	7.87	3.00	27.53	52.99	2
S130-5	3	56	61	1.63	0.87	29.68	7.12	23.86	5.16	3.00	24.88	48.51	2
S130-6	3	55	60	1.97	0.97	33.54	10.98	32.73	7.21	3.00	30.78	56.32	1
S130-7	3	54	58	1.79	0.84	45.11	13.95	30.78	11.17	3.00	31.64	51.09	2
S130-8	3	57	62	1.91	0.92	38.28	9.50	24.77	9.02	2.00	29.21	55.90	2
S130-9	3	55	61	1.75	0.75	37.39	12.17	32.54	8.84	4.00	22.75	42.70	2
S130-10	3	55	60	1.82	0.88	50.75	16.32	32.10	10.38	2.50	29.20	51.70	3
S130-11	3	57	61	1.64	0.87	50.75	18.40	36.34	11.97	1.50	48.10	79.00	2
S130-12	3	58	62	1.83	0.93	37.99	18.99	50.72	7.13	2.00	32.87	54.54	2
S130-13	3	57	61	1.39	0.68	47.19	18.40	38.93	11.44	1.50	23.85	41.93	2
S130-14	3	56	61	1.69	0.75	41.25	12.17	29.59	8.89	2.00	28.07	48.26	2
S131-1	4	60	65	1.40	0.66	32.35	8.90	27.41	6.93	1.50	19.48	49.65	2
S131-2	4	58	61	1.78	0.91	54.01	16.08	29.60	14.07	2.00	34.10	60.54	1
S131-3	4	54	60	1.32	0.71	27.30	7.12	25.79	6.01	1.50	34.63	60.36	2
S131-4	4	54	59	1.92	1.04	65.29	20.18	30.85	12.08	1.00	24.58	65.40	2

S131-5	4	58	61	1.81	0.82	38.88	11.87	30.37	9.49	1.50	28.14	48.01	2
S131-6	4	54	59	1.84	0.86	38.88	13.06	33.53	8.73	2.00	26.64	48.01	2
S131-7	4	55	60	2.11	1.09	62.32	15.73	25.41	13.66	1.00	29.04	51.75	2
S131-8	4	54	60	1.73	0.85	37.99	13.35	35.12	9.59	2.00	16.04	77.09	1
S131-9	4	56	59	1.65	0.80	38.58	11.87	30.90	10.99	3.50	36.53	59.66	1
S131-10	4	54	57	1.85	0.87	48.67	13.65	27.93	13.35	1.00	39.26	47.75	2
S131-11	4	54	57	1.76	1.04	44.52	10.98	24.70	8.69	2.00	37.54	73.80	3
S131-12	4	57	61	1.79	0.97	52.53	13.65	26.03	9.86	1.00	28.17	52.68	3
S131-13	4	55	59	1.76	0.95	59.95	14.25	23.75	12.50	2.00	43.43	72.00	3
S131-14	4	57	60	1.71	0.89	42.14	13.65	32.46	9.17	3.00	35.36	72.06	2
S132-1	5	56	60	1.67	0.90	56.98	20.18	35.43	11.65	2.00	20.58	60.56	2
S132-2	5	54	58	1.65	0.88	38.58	11.57	30.02	7.15	1.50	27.36	48.51	1
S132-3	5	58	61	1.44	0.86	32.94	13.06	40.86	8.24	1.00	26.79	42.43	2
S132-4	5	55	60	1.50	0.88	42.74	12.17	28.47	12.08	1.00	29.13	62.85	2
S132-5	5	57	63	1.56	0.84	35.91	8.90	24.68	5.87	3.00	33.85	58.71	3
S132-6	5	58	61	1.51	0.78	51.64	13.35	26.03	11.37	2.00	34.90	59.16	2
S132-7	5	56	59	1.54	0.90	41.25	11.57	27.97	8.29	3.00	31.74	58.00	2
S132-8	5	54	57	1.73	0.91	34.43	16.03	47.64	7.00	3.00	22.85	70.38	2
S132-9	5	54	57	1.69	0.98	53.42	16.62	31.15	9.11	3.50	37.49	62.35	1
S132-10	5	56	60	1.71	0.87	48.67	14.84	30.39	9.82	3.00	11.63	38.25	2
S132-11	5	59	63	1.73	1.03	51.64	12.76	24.74	11.29	2.00	28.24	53.14	3
S132-12	5	58	61	1.86	0.98	37.39	4.75	12.57	6.66	1.00	34.80	43.80	1
S132-13	5	55	59	1.44	0.82	43.03	10.68	24.66	8.99	1.00	45.80	32.80	3
S132-14	5	58	63	1.82	1.13	39.77	7.12	18.23	6.34	3.00	29.48	50.00	2
S133-1	6	54	58	1.74	1.02	43.33	10.98	25.43	7.11	1.50	41.40	67.00	2
S133-2	6	54	57	1.65	0.89	50.75	13.35	26.36	9.66	2.00	43.97	73.96	2
S133-3	6	57	63	1.74	0.80	31.75	8.61	26.94	6.20	3.50	21.71	43.11	2
S133-4	6	55	58	1.76	1.01	51.04	14.25	27.96	12.22	2.50	24.95	45.72	2
S133-5	6	57	61	1.89	1.08	40.36	11.28	28.21	10.40	3.00	36.63	64.34	1
S133-6	6	56	59	1.69	0.84	39.47	8.31	20.89	9.06	3.50	23.23	41.18	2
S133-7	6	56	61	1.58	0.92	44.22	13.35	30.10	10.91	3.00	24.03	44.91	1
S133-8	6	56	59	1.49	0.83	43.03	15.43	35.83	6.25	2.00	36.30	62.62	2
S133-9	6	56	61	1.49	0.91	33.83	10.68	31.52	6.88	3.00	34.23	60.20	3
S133-10	6	55	58	1.56	0.70	46.59	16.62	35.64	8.37	1.50	40.10	62.20	2
S133-11	6	55	57	1.57	0.91	40.66	13.06	32.20	6.14	1.00	38.12	66.60	2
S133-12	6	56	60	1.68	0.96	41.55	12.76	30.66	8.20	2.00	33.23	57.80	1
S133-13	6	57	63	1.60	0.90	37.69	10.98	29.12	8.95	2.50	47.31	77.57	1
S133-14	6	54	59	1.38	0.73	36.80	11.57	31.49	6.79	3.00	37.77	55.00	2
S134-1	7	56	59	1.55	0.79	41.84	13.95	33.26	7.43	4.00	28.74	48.01	1
S134-2	7	60	63	1.55	0.90	33.54	8.61	25.47	5.71	3.00	46.11	69.00	2
S134-3	7	60	63	1.48	0.80	47.19	12.46	26.26	9.84	2.50	35.79	61.60	1
S134-4	7	60	62	1.63	0.99	50.75	14.84	29.14	8.63	4.50	39.54	70.19	2
S134-5	7	56	63	1.94	0.96	54.31	17.81	32.65	12.58	2.50	39.42	65.17	2
S134-6	7	54	57	2.08	1.13	57.87	15.43	26.65	11.61	1.50	35.80	9.40	2
S134-7	7	56	60	1.86	1.03	63.51	21.07	33.19	8.12	2.00	37.49	62.81	3
S134-8	7	57	60	2.05	1.08	40.36	10.98	27.04	8.99	2.50	42.30	71.80	2
S134-9	7	58	63	1.67	0.83	51.04	12.76	24.82	7.49	2.00	42.12	62.23	2
S134-10	7	57	62	1.69	0.96	52.23	12.17	23.31	13.45	2.50	45.46	76.00	3
S134-11	7	58	62	1.74	0.99	38.28	8.61	22.29	6.88	2.50	36.66	57.87	2

S134-12	7	54	57	1.84	1.07	50.33	16.62	32.98	9.57	2.50	41.93	61.00	1
S134-13	7	60	64	1.79	1.06	40.95	8.19	19.69	6.06	4.50	41.19	64.20	1
S134-14	7	57	60	1.62	0.85	48.08	11.57	24.21	8.04	2.00	33.00	58.88	2
DMS		3.3	3.5	0.3	0.3	9.0	3.9	4.76	2.09	0.58	5.67	8.82	

L= líneas G= Grupos FM= floración masculina FF= floración femenina AP=altura de planta AM= altura de mazorca FV=forraje verde PE= peso de elote MS= materia seca IM=índice de mazorca AC=acame FDA= fibra detergente ácida FDN= fibra detergente neutra GO= grado de opacidad.