



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
Departamento de Protección Agrícola y Forestal**

Trabajo de Graduación

**Relación genética de seis especies de teocintles (*Zea*
spp.) mesoamericanos empleando descriptores
morfológicos en el CEO, Posoltega, Chinandega, 2009**

AUTOR

Br. Elmer Manuel González Vásquez

ASESORES

**MSc. Carlos Loáisiga Caballero
MSc. Álvaro Benavides González
Ing. Juan Carlos Morán Centeno**

**Managua, Nicaragua
Octubre, 2010**



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
Departamento de Protección Agrícola y Forestal**

Trabajo de Graduación

**Relación genética de seis especies de teocintles (*Zea*
spp.) mesoamericanos empleando descriptores
morfológicos en el CEO, Posoltega, Chinandega, 2009**

AUTOR

Br. Elmer Manuel González Vásquez

ASESORES

**MSc. Carlos Loáisiga Caballero
MSc. Álvaro Benavides González
Ing. Juan Carlos Morán Centeno**

*Trabajo presentado a la consideración del honorable
tribunal examinador, para optar al título de Ingeniero
en Sistemas de Protección Agrícola y Forestal.*

**Managua, Nicaragua
Octubre, 2010**

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	<i>i</i>
AGRADECIMIENTO	<i>ii</i>
ÍNDICE DE CUADROS	<i>iii</i>
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>iv</i>
ÍNDICE DE ANEXOS	<i>v</i>
RESUMEN	<i>vi</i>
ABSTRACT	<i>vii</i>
I INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Localización del área experimental	4
3.2 Descripción del material genético y tratamientos	5
3.3 Descripción sistemática y descriptores	6
3.3 Siembra y manejo agronómico	6
3.4 Descriptores evaluados	6
3.5 Análisis de la información	8
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
4.1 Descripción sistemática y descriptores	9
4.2 Descripción de variables de crecimiento y desarrollo	9
4.3 Descripción de variables de panoja y espiguillas	14
4.4 Descripción de variables de "mazorca" y granos	17
4.5 Análisis de componentes principales	18
4.6 Análisis de agrupamiento	21
V. CONCLUSIONES	23
VI. LITERATURA CITADA	24
VII. ANEXOS	27

DEDICATORIA

A:

Dios, que es nuestro dador de vida y el guía en nuestros caminos. Me permitió seguir adelante y culminar este trabajo.

A mis padres:

Luisa Amanda Vásquez Martínez y José Ulises González López, quienes son mi fuente de inspiración y siempre me han apoyado con sus consejos para salir adelante.

A mis hermanos:

Jorge Ulises, Edgar Benjamín, Arlen Mildred y Norlan Leonel González.

A la empresa PRODECOP, por su incondicional apoyo en el transcurso de mi carrera; así como los productores de la cooperativa Justo Pastor Herrera que de una u otra manera me han apoyado.

A cada uno de los docentes que con sus conocimientos, dedicación y apoyo me guiaron hasta culminar mis estudios.

Al Centro Experimental de Occidente (CEO) por facilitarme el área experimental para el establecimiento del presente estudio.

Br. Elmer Manuel González Vásquez

AGRADECIMIENTO

A:

Dios que fue el que me ayudó a culminar mi carrera y realizar este trabajo.

A mis padres Luisa Amanda Vásquez Martínez y José Ulises González López que siempre me han brindado su apoyo incondicional; así como mis hermanos, y demás familiares.

A mis asesores MSc. Carlos Henry Loáisiga Caballero y MSc. Álvaro Benavides González por compartir sus conocimientos y contribuir a la formación de profesionales.

A todos mi amigos que fueron como mis hermanos: Lester Pineda, Luis Carlos Carrasco, Álvaro Acevedo, y en especial al Ing. Juan Carlos Morán Centeno, por su incondicional apoyo en la realización de este trabajo.

A la empresa PRODECOP por brindarme su apoyo económico durante el transcurso de mi carrera.

Br. Elmer Manuel González Vásquez

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Significación estadística en la fuente de variación para caracteres de hoja y tallo.	10
2.	Significación estadística para caracteres vegetativos de ramas laterales y tallo principal.	12
3.	Significación estadística para los caracteres vegetativos de hijos y ramas laterales.	13
4.	Significación estadística para los caracteres de la panoja.	15
5.	Comparación de los valores medio para los caracteres de espiguilla de los teocintle mesoamericanos evaluados.	16
6.	Comparación de los valores medio para los caracteres de mazorca de los teocintle mesoamericanos evaluado.	17
7.	Contribución de las variables a los cinco primeros componentes principales (PC) y variación explicada.	19

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación del Centro Experimental de Occidente (CEO), (INETER, 2009)	4
2.	Precipitación (mm), Temperatura (°C) y Humedad relativa (%) promedios mensuales en el Centro Experimental de Occidente. INETER, 2008.	5
3.	Relación de especies de teocintles mesoamericanos (<i>Zea</i> spp.) a través del análisis de componentes principales provenientes de datos morfológicos.	20
4.	Fenograma de 6 especies de teocintles mesoamericanos (<i>Zea</i> spp.) mediante el método UPGMA y la distancia euclídea al cuadrado.	22

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Características de las especies de teocintles estudiadas.	28
2	Guía de descriptores del teocintle anual.	29

RESUMEN

El presente trabajo se realizó para comparar teocintles seis especies de teocintle de Mesoamérica. Se estableció un experimento en el Centro Experimental de Occidente, Posoltega, Chinandega en el año 2008, para ello se utilizó el esquema de diseño de Bloque Completo al Azar, se efectuó un análisis de varianza, separación de media Tukey ($\alpha=0.05$). Los resultados obtenidos indican que las variables número de ramas laterales en el tallo, longitud de la panoja, número de granos en la mazorca, ancho del grano no mostraron diferencias significativas. En cuanto a carácter de espiguilla todos difieren estadísticamente. Se encontró correlación entre las variables, y los tres primeros componentes principales aislaron el 83% de la variación total. El análisis de conglomerado mediante el método UPGMA y distancia euclídea agrupó las seis especies estudiadas en cuatro grupos las especies *Zea perennis* (a) y *Zea huehuetenangensis* se separan de los demás teocintle. Al comparar característica morfológicas las especies de México se diferencian de las especie de Guatemala y Nicaragua, las cuales revelaron característica similares en común.

Palabra claves: Teocintle, ANDEVA, análisis de conglomerados, análisis de componentes principales.

ABSTRACT

The present study was conducted to compare six species of teosinte of Mesoamerica. An experiment was carried out Centro Experimental de Occidente, Posoltega, Chinandega in 2008. It was used for the outline design of randomized complete block, made an analysis of variance, Tukey mean separation ($\alpha = 0.05$). The results indicate that the variable number of lateral branches on the stem, panicle length, number of kernels on the cob, grain width showed no significant differences. As a matter of spikelet all differ statistically. A correlation between the variables, and the first three principal components Analysis isolated 83% of the total variation. Cluster analysis by Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA) method and Euclidean distance grouped the six species studied in four groups of species *Zea perennis* (a) and *Zea huehuetenangensis* separate from other teosinte. By comparing morphological feature of Mexico species differ from the kind of Guatemala and Nicaragua, which revealed similar feature in common.

Keywords: Teosinte, cluster analysis, Principal Component Analysis (PCA)

I. INTRODUCCIÓN

El maíz está presente en América desde hace más de ocho mil años, junto al teocintle tienen a Mesoamérica como sus cunas y desde allí fueron trasladados al resto del continente (Reyes, 1990). Para las grandes civilizaciones precolombinas este cereal era considerado alimento, símbolo de riquezas, ornato e incluso una divinidad (Reyes, 1990). Se conoce que de las especies silvestres mayormente emparentadas al maíz, son los llamados teocintles encontrándose especies anuales y perennes (Sánchez y Ruiz, 1995).

Wilkes (1977) considera la importancia del teocintle en la evolución y mejoramiento del maíz. Se le ha considerado desde el siglo pasado como una especie de gran potencial forrajero en la alimentación animal para las regiones tropicales y subtropicales, en base a estudios de calidad y potencial de rendimiento sobresaliendo sus mecanismos primitivos de dispersión y establecimiento en el campo.

Las especies silvestres están amenazadas, siendo la erosión genética la principal causa, esto se debe a la sustitución de los cultivares locales por cultivares nuevos o introducidos, a esto se le suman la constante presiones producto del avance de la frontera agrícola y los fenómenos naturales que se traducen en la fragmentación de las hábitats (López, 1991)

Estudios realizados por Wilkes (1977) y López (1991); manifiestan que estas especies silvestres fueron las responsables o al menos contribuyentes directos en la evolución del maíz. Se han publicado diferentes teorías acerca del origen de esta especie cultivada; sin embargo las investigación realizadas hasta hoy ha permitido aportar elementos aceptados por la comunidad científica internacional, en el cual el teocintle anual mexicano (*Zea mays* ssp. *parviglumis*) es considerado el ancestro del maíz actual (Matsuoka *et al.*, 2002).

En Nicaragua se encuentra la última especie de teocintle clasificada, que crece en condiciones silvestre en Apacunca, departamento de Chinandega actualmente está amenazada por los factores antes mencionados (Bird *et al.*, 2000). Por lo cual se decidió realizar un estudio con seis especies de teocintle proveniente de la región mesoamericana, utilizando descriptores morfológicos en las instalaciones del Centro Experimental de Occidente (CEO) Posoltega, Chinandega, auxiliándose de instrumentos y fichas de levantamiento de datos en campo.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la relación genética de seis especies de teocintles (*Zea* spp.) mesoamericanos empleando descriptores morfológicos.

Objetivos específicos

Describir seis especies de teocintle mediante descriptores morfológicos cuantitativos.

Identificar los principales descriptores de mayor variación utilizados para evaluar las especies de teocintle mesoamericanos a través de componentes principales.

Determinar la relación y agrupación de las especies de teocintle en función de sus características morfológicas mediante análisis de conglomerado.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del área experimental

El estudio se desarrolló en el Centro Experimental de Occidente (CEO), Posoltega departamento de Chinandega. Ubicado a los 12° 33' latitud Norte y 85° 59' longitud Oeste a una elevación entre 80 y 90 msnm, las condiciones edafoclimáticas son suelos francos arcillosos, pH 6.5 y temperatura media de 27.4 °C, con precipitación promedio de 2000 mm. El municipio de Posoltega tiene una extensión de 124 kilómetros cuadrados se encuentra a 116 kilómetros de Managua, limitando al Norte con Chinandega, al sur con Quezalguaque, al este con Telica y Quezalguaque, al oeste con Chichigalpa. Presenta un clima tropical de sabana, y tiene una marcada estación seca.



Figura 1. Ubicación del Centro Experimental de Occidente (CEO). INETER, 2008.

Los promedios de temperatura y humedad relativa y precipitación varía de acuerdo a la época del año, presentando las mayores precipitaciones los meses de agosto y octubre (Figura 2). La temperatura permanece bastante constante durante todo el año, encontrándose las máximas en los meses de marzo y abril con promedios de 29 °C, los meses que presenta mayor humedad relativa son septiembre y octubre, cerca del 90 %, actualmente el CEO se dedica al estudio de la soya, maní, algodón, maíz, arroz y frijón (Espinosa, 2006).

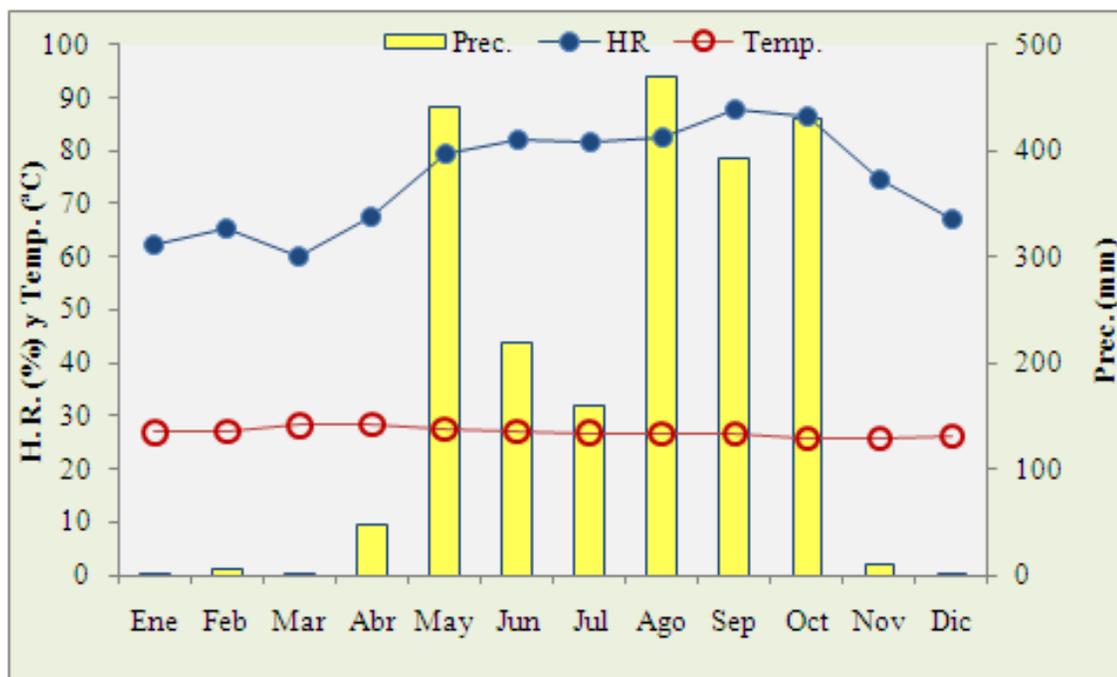


Figura 2. Precipitación (mm), Temperatura (°C) y Humedad relativa (%) promedios mensuales en el Centro Experimental de Occidente. INETER, 2008.

3.2 Descripción del material genético y tratamientos

Se estableció un ensayo ubicándose, sobre un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) establecido en tres replicas, y se evaluaron las seis poblaciones de teocintle (*Zea spp.*) descritas en Anexos (Figura 1A).

Cada bloque constó un área de 60 m² y un espaciamento entre bloque de dos metros, para un área total del experimento de 186 m². La parcela constó de 2 metros con 4 surcos de 5 metros de largo, a una distancia de 30 cm entre cada planta y de 50 cm entre surco, por lo que la parcela presentó dos metros de ancho. La parcela útil estuvo constituida por los dos surcos centrales, dejando un metro en la cabecera para obviar el efecto de borde.

3.3 Siembra y manejo agronómico

La preparación del suelo consistió en roturar con arado de vertedera y dos pases de grada. La siembra se realizó en la primera semana de mayo del 2008, a razón 3 semillas por golpe. Estas no recibieron ningún tratamiento químico, producto de la poca presencia de insectos del suelo que no representaba una amenaza para las mismas.

3.4 Descriptores a evaluar

Las variables a evaluar en la parcela útil de cada bloque fueron, las utilizadas por Miranda (1997); Canales (1984); Rodríguez y Salazar (1996) y Benavides (2003). Para ello se organizarán en caracteres vegetativos de planta, panoja y mazorca.

Caracteres vegetativos de la planta

Números total de hojas (NHOJA). Se contabilizó en la planta dos semanas antes del inicio de la floración (Anexo 1).

Longitud de la hoja (LHOJA). Con la ayuda de una cinta métrica se midió la hoja media de la planta desde la base hasta el ápice.

Ancho de la hoja (AHOJA). Medida en cm en la parte central de la hoja utilizada en las mediciones anteriores.

Altura de la planta (ALTPLA). Tomada en cm desde la base del tallo hasta el último entrenudo.

Altura de la primera mazorca (ALTPMZ). Se midió en cm desde la base del suelo hasta la inserción de la mazorca.

Altura de la mazorca superior (ALTMSP). Medida en cm, desde la base del tallo hasta la mazorca superior de la planta.

Número de ramas laterales en el tallo (NRLTAL) y Número de hijos (NHIJO). Se contabilizó el número de ramas laterales presentes en cada planta, así como el número de hijos.

Número de nudos con mazorcas en el tallo principal (NDMZTP), nudos con mazorcas con ramas laterales (NNMZRL) y nudos con mazorcas en los hijos (NNMZHJ.) Se realizó conteos directos en la planta identificando los diferentes nudos que mostraron esta característica.

Longitud de la antepenúltima rama lateral (LANRL). Se establecieron mediciones directas en cm en la planta para la cuantificación.

Número de nudos de antepenúltima rama lateral (NNANRL). Se efectuaron conteos directos en la planta cuantificando la cantidad.

Número de mazorcas en los tres primeros nudos superiores del tallo (NNMZSTP). Se realizaron conteos directos en la planta identificando las mazorcas en cada nudo.

Caracteres de panoja (Espiguilla)

Número de ramas en la panoja (NRAPAJ), longitud de la panoja (LOPANJ), longitud de la parte ramificada de panoja (LOPRAP), longitud de la rama principal de la panoja (LORPRP), longitud de entrenudos de la rama principal de la panoja (LERPRP), longitud de entrenudos de la rama lateral de la panoja (LERLTP), se tomaron directamente en la panoja de la planta en cm.

Ancho espiguilla (ANCESP), longitud de pedicelo (LONPED), y longitud de la espiguilla (LONESP), Medidas directamente en la espiguilla de la planta y se determinaron en cm.

Ancho de la gluma (ANCGLM). Se midieron directamente en la espiga, para esto se realizaron visitas frecuentes durante la etapa reproductiva de las plantas.

Número de venas (NUMVEN). El conteo directo de las venas se realizó en la hoja central del tallo principal

Caracteres de mazorca y grano

Longitud de mazorca (LONGMZ). Se midió en cm directamente la mazorca una vez que la planta ha completó su desarrollo.

Números de granos por mazorcas (NUGRMZ). Las mazorca fueron colectadas y desgranadas contabilizando el total de granos en cada una de ellas.

Longitud de granos (LOGRAN). Se midió un total de 100 granos para ellos se recurrió a un vernier. Las medidas obtenidas se dividieron entre el número total de granos para obtener la longitud promedio final.

Ancho del grano (ANGRAN). Se calculó el diámetro de 10 granos para ellos se utilizó un vernier. Las medidas obtenidas se dividió entre el número total de granos para obtener el diámetro final.

Peso del grano (PEGRAN). Se tomó una muestra de 1000 granos, la cual se tomó el peso fresco, posteriormente se calculó la humedad contenida en la muestra para obtener el peso real de la muestra.

3.5 Análisis de la información

La información recopilada en el estudio, fue procesada en hojas electrónicas (Excel) para su posterior análisis estadístico con SAS (v. 9.1), Minitab (v.15) y StatGraphics. Los datos continuos fueron sometidos a análisis de varianza (ANDEVA), de conglomerado y componentes principales.

El modelo aditivo lineal utilizado en el Diseño de Bloque Completo al Azar, fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + \varepsilon_{ij} .$$

Donde:

Y_{ijk} = Es el valor promedio de las observaciones medidas en los distintos tratamientos de cada bloque conformado.

μ = Es el efecto de la media muestral sobre el modelo.

B_j = Es el efecto del j-ésimo bloque conformado.

τ_i = Es el efecto la i-ésima especie de teocintle.

ε_{ij} = Es el efecto del error experimental o efecto aleatorio.

Para determinar la agrupación o categorías estadística se utilizó la técnica de separación de medias según Tukey con un 95 % de confianza ($\alpha=0.05$) , y se determinó el criterio de comparación o mínima diferencia estadística (DMS).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción sistemática y descriptores

Para incrementar el valor relativo de una descripción sistemática, se utilizaron datos morfológicos, agronómicos, clima, suelo, prácticas culturales (Morera, 1981). Además se debe tomar en cuenta dentro del concepto de descripción, que la identificación de datos, caracterización y evaluación son algunos términos de importancia. El mismo autor señala que un descriptor es una variable o atributo que se observa en un conjunto de elementos.

De acuerdo al Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI, 2000). La caracterización tiene por objeto la toma de datos de diferentes descriptores, ya sean agronómicos fisiológicos, morfológicos, genéticos o bioquímicos, todos con el fin de describir y diferenciar cultivares, estos tienden a ser fácilmente identificados por el investigador en diferentes ambientes.

La mayoría de los caracteres de importancia en el género *Zea*, son de naturaleza cuantitativa y están controlado por un gran número de genes, los cuales pueden interactuar con el medio ambiente (Jugenheimer, 1990).

4.2 Descripción de variables de crecimiento y desarrollo

De acuerdo con Barahona y Gago (1996) las hojas son los principales órganos para la realización de la fotosíntesis, esta es la parte de la planta que almacena reservas, por lo cual la anatomía de la hoja ha merecido considerable atención, sobre todo para entender la estructura de la misma, en relación con la fotosíntesis y la productividad en las plantas cultivadas. Paliwa (2001) detalla que la hoja presenta afectaciones en su mayoría por el medio ambiente afectando el crecimiento de la misma.

Rodríguez y Salazar (1996) indican que la longitud y el ancho de hoja están estrechamente correlacionados, por consiguiente cuando se tienen hojas de gran longitud, se tienen diámetros mayores. Para la variable número total de hoja se agrupó en siete categorías resultando ser altamente significativa ($Pr=0.0001$), el mejor promedio lo obtuvo *Zea nicaraguensis* con 69.67 hojas y *Zea parviglumis* (38.67 hojas) con menor promedio (Cuadro 1).

Cuadro 1. Significación estadística en la fuente de variación para caracteres de hoja y tallo.

Especies	NHOJA	LHOJA	AHOJA	ALTPLA	ALTPMZ
<i>Z. nicaraguensis</i>	69.67 a	80.67 a	6.33 a	246.67 a	44.33 a
<i>Z. perennis</i> (a)	65.00 ab	56.00 c	4.00 c	107.33 d	16.00 bc
<i>Z. luxurians</i>	61.33 abc	74.00 ab	6.00 ab	229.33 ab	13.66 c
<i>Z. huehuetenangensis</i>	50.00 abcd	84.00 a	6.33 a	265.67 a	33.00 ab
<i>Z. perennis</i> (b)	48.33 bcd	58.33 c	6.00 ab	194.00 bc	11.66 c
<i>Z. diploperennis</i>	42.33 cd	63.33 bc	5.00 bc	102.00 d	12.33 c
<i>Z. parviglumis</i>	38.67 d	56.33 c	5.33 ab	177.67 c	16.33 bc
Bloque	0.0511	0.1355	0.3966	0.713	0.525
Especie	0.001	0.0001	0.0001	0.001	0.0002
CV	13.20	8.29	6.78	8.19	30.08
R ²	0.83	0.88	0.89	0.96	0.86
DSH	20.18	15.9	1.079	44.19	8.08

Promedios con letras similares no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha=0.05$), DSH= Criterio de Tukey

NHOJA=Número de hoja, **LHOJA**=Longitud de hoja **AHOJA**=Ancho de la hoja, **ALTPLA**=Altura de la planta, **ALTPMZ**=Altura a la primera mazorca

En lo referente a la longitud, las especies, *Z. huehuetenangensis*, *Z. nicaraguensis* y *Z. luxurians* fueron estadísticamente superiores, con respecto a *Z. perennis* (a) que obtuvo el menor valor (Cuadro 1). Benavides (2003) reporta valores mayores a los 100 cm de longitud de hoja; por otro lado Rodríguez y Salazar (1996) evaluando *ex situ* poblaciones de teocintle obtuvieron promedios de 56.21- 63.83 cm. Por lo que se comprobó que los teocintles de Centroamérica expresan valores promedios altos en relación a esta variable (79 cm), superaron los promedios de las especies mexicanas (73 cm).

El ancho de hoja, los valores se separan en cuatro categorías estadística las especies *Z. nicaraguensis* y *Z. huehuetenagensis* (6.33 cm) superiores; en cambio *Z. perennis* (a) obtuvo un ancho menor (4 cm). Estos resultados son similares a los reportado González y Ordoñez (2008). Cabe mencionar que Rodríguez y Salazar (1996), encontraron diferencias significativas en siembras y reportan promedios de 3 a 8 cm de ancho (Cuadro 1).

Según Cuadra (1998), para estas variables la altura de la planta es un parámetro de gran importancia, esta indica la velocidad del crecimiento de la misma y se define como la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis. Esta variable tiene mucha importancia cuando se relaciona con el acame y recolección mecanizada de la producción, la especie, *Z. huehuetenangensis* la que obtuvo las mayores alturas promedios (265.67 cm) y la menor altura correspondió a *Z. diploperennis* (102 cm).

Estudios realizados por Benavides (2003) en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca registra alturas de 1.5 a 6 metros, los resultados obtenidos son similares a los encontrados por Rodríguez y Salazar (1996) 0.84 - 4.07 metros (Cuadro 1).

La altura de la primera mazorca y la mazorca superior tiene alta correlación con la altura de la planta y el diámetro de la misma, los resultados obtenidos lograron agrupar en cuatro categorías se destaca la especie *Z. nicaraguensis* con mazorcas superiores por encima de los dos metros de altura, no así la especie *Z. perennis* (b), quien mostro altura inferiores (Cuadro 2).

El número de ramas laterales en el tallo no resultó significativo estadísticamente (Cuadro 2). Benz (2001) expone que esto se debe a que las mismas recibieron manejo, y no se lograron exponer a competencia con arvenses que estimularan esta característica de la especie

Cuadro 2. Significación estadística para caracteres vegetativos de ramas laterales y tallo principal.

Especie	ALMZSP	NRLTAL	NHIJO	NNMZTP	NNMZRL
<i>Z. nicaraguensis</i>	205.66 a	10.00 a	3.00 b	10.33 a	48.00 a
<i>Z. luxurians</i>	187.33 a	9.00 ab	3.00 b	8.66 ab	44.00 a
<i>Z. huehuetenangensis</i>	184.33 a	9.00 ab	3.33 b	9.33 a	26.66 bc
<i>Z. perennis</i> (b)	134.66 b	9.00 ab	3.66 ab	8.66 ab	36.00 ab
<i>Z. parviglumis</i>	125.00 bc	9.00 ab	2.66 b	8.33 ab	25.00 bc
<i>Z. perennis</i> (a)	108.66 bc	7.00 ab	5.00 a	6.66 b	19.66 c
<i>Z. diploperennis</i>	107.33 c	8.00 ab	3.33 b	8.00 ab	22.33 bc
Bloque	0.11	0.94	0.84	0.60	0.91
Especie	0.0001	0.0466	0.002	0.0083	0.0001
CV	6.79	9.65	15.36	10.18	16.54
R ²	0.99	0.606	0.783	0.724	0.87
DSH	26.387	2.41	1.48	2.493	14.96

Promedios con letras similares no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha=0.05$) . CV= Coeficiente de variación, R²= Coeficiente de determinación, DSH= Criterio de Tukey.

AMZSUP=Altura a la mazorca superior **NRLTAL**=Número de ramas laterales en el tallo **NHIJO**=Número de hijos **NNMZTP**=Número de nudos con mazorca en el tallo principal **NNMZRL**=Número de nudos con mazorca en ramas laterales

De igual manera, el número de nudos con mazorca en el tallo principal se conformaron tres categorías estadísticas donde sobresale *Z. nicaraguensis* y el promedio menor correspondió a *Z. perennis* (a). Benavides y Loaisiga (1997), indican que la mayor presencia de nudos se muestra cuando las plantas están libres de malezas, lo que permite un buen desarrollo de la misma (Cuadro 2).

El mayor ahijamiento se obtuvo para la especie *Z. perennis* (a), y en menor cantidad para *Z. parviglumis* (Cuadro 2). Según López (1991) las plantas compiten por luz, nutrientes y humedad lo que limita el ahijamiento; estos resultados son similares a los obtenidos por Rodríguez y Salazar (1996) reportando promedio de 1.67-3.33 hijos (Cuadro 2).

Según Benavides (2003) la especie de Nicaragua (*Z. nicaraguensis*) posee una alta capacidad en la producción de hijos y ramas laterales, estas a su vez son capaces de producir mazorcas con semillas. Para el número de nudos con mazorca en ramas laterales se encontró una correlación directa, altamente significativa ($p=0.0001$) separándose en cuatro categorías estadística la especie *Zea nicaraguensis* mostro el promedio mayor y el menor corresponde a *Zea perennis* (a) (Cuadro 2).

Rodríguez y Salazar (1996) mencionan que la planta de teocintle tiene la capacidad de desarrollar hijos cuando es sometido a una fuerte competencia con malezas; sin embargo Miranda (1997) observó que el mayor ahijamiento fue cuando la planta se encontraba sin malezas, esto se debe a que la planta no se encontró sometida a competencia lo que viene a favorecerla. La especie con mayor cantidad de nudos con mazorca en los hijos fue *Z. nicaraguensis* y los menores corresponden a las especies *Z. parviglumis* y *Z. diploperennis* (Cuadro 3).

En lo referente al número de mazorcas en los tres nudos superiores del tallo principal, el análisis de varianza encontró que existe efecto significativo en las especies evaluadas, agrupando así en tres categorías resaltando el mejor promedio en la especie *Z. nicaraguensis* y *Z. diploperennis* respectivamente, no así para las especies *Z. huehuetenangensis* y *Z. perennis* (a) con los valores más bajos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Significación estadística para los caracteres vegetativos de hijos y ramas laterales.

Especie	NNMZHJ	LARLAT	NNARLT	NM3NST
<i>Z. nicaraguensis</i>	25.33 a	77.66 a	3.33 b	7.66 a
<i>Z. luxurians</i>	20.33 ab	59.66 abc	2.66 b	6.33 ab
<i>Z. huehuetenangensis</i>	15.33 bc	49.00 abc	3.00 b	4.66 b
<i>Z. perennis</i> (a)	13.00 bc	32.00 c	5.33 a	4.66 b
<i>Z. perennis</i> (b)	16.00 abc	72.00 ab	3.00 b	5.66 ab
<i>Z. diploperennis</i>	9.66 c	50.00 abc	3.00 b	7.66 a
<i>Z. parviglumis</i>	9.66 c	44.33 bc	3.00 b	4.66 b
Bloque	0.43	0.38	0.03	0.31
Especie	0.001	0.0023	0.0029	0.0013
CV	21.76	19.09	18.32	12.76
R ²	0.81	0.78	0.82	0.8
DSH	9.708	29.97	1.74	2.20

Promedios con letras similares no difieren estadísticamente (Tukey, 0.05). CV= Coeficiente de variación, R²= Coeficiente de determinación, DSH= Criterio de Tukey.

NNMZHJ=Número de nudos con mazorca en los hijos **LARLAT**=Longitud de la antepenúltima rama lateral **NNARLT**=Número de nudos en la antepenúltima rama lateral, **NM3NST**=Número de mazorcas en los tres nudos superiores del tallo principal.

El número de nudos en la antepenúltima rama lateral permite aislar las especies en dos grupos ($P=0.002$) con los promedios medios extremos para la especie *Zea perennis* (a) y *Z. luxurians* (Cuadro 3). Estudios realizados por Rodríguez y Salazar (1996) mencionan que la longitud de la antepenúltima rama lateral está estrechamente relacionada con la altura de la planta, los teocintles se agruparon en cinco categorías manifestando diferencia significativa entre las especies (*Z. nicaraguensis*) con el valor mayor y el menor valor corresponde a *Z. perennis* (a) (Cuadro 3).

4.3 Descripción de variables de panoja y espiguillas

El número de ramas en la panoja formó cinco categoría, según el ANDEVA donde sobresalió la especie *Z. huehuetenangensis* y el menor se encontró para la especie *Z. perennis* (a) (Cuadro 4). Reyes (1990) mencionan que la panoja está estructurada por un eje central, ramas laterales primarias, secundarias y terciarias. La longitud de la panoja está fuertemente influenciada por el medio ambiente (Fukunaga *et al.*, 2005). En estudios realizados por Benavides (1996) determinó que la panoja alcanza una longitud de hasta 50 centímetros en las plantas de gran altura (5 metros).

Por otro lado, Jugenheimer (1990), menciona que existe una asociación entre la longitud de la panoja y la altura de la mazorca, afirma que hay una correlación significativa y positiva entre la longitud de la panoja y el rendimiento. Sin embargo, esta variable no resultaron significativa estadísticamente (Cuadro 4), difiriendo con los reportados por Iltis y Benz (2000).

Según Reyes (1990) la rama principal de la panoja muestra una relación directa con la parte ramificada y la longitud de la misma. El ANDEVA se encontró que esta variable mostró alta significación estadística agrupando las especies en tres categorías, el valor mayor corresponde a *Z. huehuetenaguensis*, siendo el valor menor para *Z. diploperennis* (Cuadro 4). No obstante para la longitud de la parte ramificada se conformó un total de seis categorías, se determinó que existe diferencias significativas sobresaliendo las especie *Z. perennis* (b), *Z. parviglumis* y en menor grado la especie *Z. perennis* (a) (Cuadro 4).

Longitud de entrenudos de la rama principal de la panoja determina el tamaño de los entrenudos de la misma (Rodríguez y Salazar, 1996). Esta variable se agrupó en tres categorías estadísticas (Pr=0.0002), el valor promedio mayor correspondió a la especie *Z. huehuetenagensis* y el menor para *Z. nicaraguensis* (Cuadro 4). Para la longitud de entrenudos de la rama lateral de la panoja se agrupó en dos categorías estadísticas (Pr=0.0001), encontrándose los valores promedios mayores en la especie *Z. diploperennis* superando a la especie de Nicaragua y el menor valor para *Z. luxurians* (Cuadro 4).

Cuadro 4. Significación estadística para los caracteres de la panoja.

Especie	NRPAJ	LONPAJ	LOPRAP	LORPRP	LERPRP	LERLTP
<i>Z. huehuetenagensis</i>	13.33 a	40.33	8.33 ab	15.33 a	71.66 a	70.33 a
<i>Z. nicaraguensis</i>	12.00 ab	42.00	7.66 abc	15.00 a	55.33 b	56.00 b
<i>Z. luxurians</i>	12.00 ab	41.00	7.33 bc	14.00 ab	56.66 b	55.66 b
<i>Z. paviglumis</i>	10.33 bc	36.66	9.66 a	10.33 b	64.00 ab	69.66 a
<i>Z. diploperennis</i>	9.00 c	39.66	10.00 b	10.00 b	69.66 a	75.00 a
<i>Z. perennis(b)</i>	7.66 c	44.33	15.00 a	15.00 a	68.33 a	73.00 a
<i>Z. perennis(a)</i>	3.30 d	33.90	4.33 d	13.33 ab	56.00 b	56.66 b
Bloques	0.396	0.50	0.11	0.26	0.25	0.435
Especie	0.0001	0.49	0.0001	0.0016	0.0002	0.0001
Cv	9.84	10.54	9.39	10.64	5.68	5.36
R ²	0.95	0.37	0.92	0.80	0.86	0.90
DSH	2.71	12.18	2.019	4.039	10.254	9.99

Promedios con letras similares no difieren estadísticamente (Tukey, 0.05) . CV= Coeficiente de variación, R²= Coeficiente de determinación, DSH= Criterio de Tukey.

NRPAJ= Número de ramas en la panoja **LONPAJ**=longitud de la panoja **LOPRAP**= Longitud de la parte ramificada de la panoja **LORPRP**= Longitud de la rama principal de la panoja **LERPRD**= Longitud de entrenudos de la rama principal de la panoja **LERLTP**= Longitud de entrenudo de la rama lateral de la panoja.

El ancho de espiguillas se agrupó en dos categorías el mayor valor se centro en *Z. huhuetenagensis*, para las demás especie se observaron promedios de 2 cm, (Cuadro 5). Según López (1997) esta característica puede variar y está condicionada en primer lugar con condiciones genéticas (hereditarias) y a las condiciones climáticas. Para la variable longitud de espiguilla, la especie *Z. nicaraguensis* obtuvo el mayor valor promedio (Pr=0.0001), agrupando cuatro categorías y el menor valor corresponde a *Z. diploperennis* (Cuadro 5).

El ANDEVA realizado a la variable longitud del pedicelo logró conformar seis categorías y el promedio mayor lo obtuvo *Z. perennis* (a) y el menor *Z. parviglumis* (Cuadro 5), estos resultados son similares a los reportados por Benavides (2003) los autores antes mencionados encontraron medidas promedios de 5.55 y 7.57 cm.

Cuadro 5. Comparación de los valores medios para los caracteres de espiguilla de los teocintle mesoamericanos evaluados.

Especies	ANCESP	LONESP	LONPED	ANCGLM	NUVGLM
<i>Z. hahuatenangensis</i>	2.66 a	11.00 a	5.00 ab	3.00 a	26.00 ab
<i>Z. nicaraguensis</i>	2.00 b	11.33 a	4.00 abcd	2.66 ab	29.33 a
<i>Z. luxurians</i>	2.00 b	9.00 bc	4.33 abcd	2.66 ab	30.00 a
<i>Z. diploperennis</i>	2.00 b	8.66 bc	4.66 abc	2.00 b	11.66 d
<i>Z. perennis</i> (b)	2.00 b	10.33 ab	4.66 abc	2.66 ab	30.66 a
<i>Z. parviglumis</i>	2.00 b	7.33 c	3.33 d	2.00 b	17.66 c
<i>Z. perennis</i> (a)	2.00 b	10.00 ab	5.33 a	2.00 b	21.33 bc
Bloque	0.39	0.60	0.06	0.087	0.35
Cultivar	0.019	0.0001	0.0008	0.13	0.0001
CV	10.10	6.18	9.60	14.00	7.48
R ²	0.68	0.90	0.83	0.73	0.96
DSH	0.62	1.70	1.19	0.95	5.08

Promedios con letras similares no difieren estadísticamente (Tukey 0.05) . CV= Coeficiente de variación, R²= Coeficiente de determinación, DSH= Criterio de Tukey.

ANCESP Ancho de espiguilla **LONESP** Longitud de espiguilla **LONPED** Longitud de pedicelo **ANCGLM** Ancho de la gluma **NUVGLM** Numero de venas en la gluma

En lo concerniente a la variable ancho de gluma, se logró conformar tres categorías mediante el análisis de varianza donde sobresalen las especies *Z. nicaraguensis*, *Z. luxurians*, *perennis* (b) con los valores más altos y las especies *Z. diploperennis*, *parviglumis*, *perennis* (a) con valores inferiores (Cuadro 5). El número de venas en la gluma obtenidos logró conformar cinco categorías estadística, la especie *Z. parviglumis* la que obtuvo el mayor valor y la especies *Z. diploperennis* obtuvo valores inferiores (Cuadro 5).

4.4 Descripción de variables de granos

Benavides (2003) reporta rangos promedios de 4 a 8 granos en la mazorca, con mayor frecuencia se encontró espigas de 5 a 6 semillas así mismo Bird (1978), indica que los teocintles de América Central presentan promedios de 6.3-6.5 semillas por mazorca.

De acuerdo al ANDEVA realizado a las variables número de granos por mazorca y ancho de grano no se encontró significación estadística entre los materiales estudiados. Sin embargo la longitud resultó altamente significativo agrupando los materiales en cinco grupos, *Z. luxurians* obtuvo el valor mayor y el menor corresponde a *Z. huehuetenangensis* (Cuadro 6), estos valores son similares a los obtenidos por los autores antes mencionados.

Cuadro 6. Comparación de los valores medios para los caracteres de mazorca de los teocintle mesoamericanos evaluados.

Especie	NGRMZ	LOGRAN	ACHGRA
<i>Z. huehuetenangensis</i>	6.33	6.66 c	4.00
<i>Z. nicaraguensis</i>	6.33	8.00 ab	4.33
<i>Z. luxurians</i>	6.00	8.33 a	4.33
<i>Z. perennis (a)</i>	6.00	7.00 bc	4.00
<i>Z. diploperennis</i>	5.66	7.33 abc	4.33
<i>Z. parviglumis</i>	5.66	7.00 bc	4.00
<i>Z. perennis (b)</i>	5.66	7.66 abc	4.33
Bloque	0.26	0.5	0.17
Especie	0.36	0.006	0.74
CV	7.92	5.99	9.74
R ²	0.46	0.73	0.38
DSH	1.34	1.27	1.16

Promedios con letras similares no difieren estadísticamente (Tukey, 0.05) . CV= Coeficiente de variación, R²= Coeficiente de determinación, DSH= Criterio de Tukey.

NGRMZ = Número de granos en la mazorca **LOGRAN** = longitud del grano **ACHGRA** = ancho del grano.

4.5 Análisis de componentes principales

El análisis de Componentes Principales (ACP), es una técnica multivariada de gran importancia permite transformar un conjunto de variables en un número menor, no correlacionadas entre sí, que contienen la mayor parte de la información (varianza) del conjunto inicial con la mínima pérdida de información (Pla, 1986).

Desde el punto analítico, este método se basa en la transformación de un conjunto de variables cuantitativas originales en otro conjunto de variables independientes no correlacionadas, los componentes deben ser interpretados independientemente unos de otros, al contener una parte de la varianza que no está expresada en otro componente principal, facilitando el estudio de las relaciones entre descriptores (Hidalgo, 2003).

Hidalgo (2003) hace referencia a los tres primeros componentes donde se debe aislar un óptimo de 70% para poder realizar la discriminación. Mediante los resultados obtenidos resulta conveniente tomar los tres primeros componentes los cuales aportaron el 83 % de la variación total (Cuadro 7), superando lo propuesto por Hidalgo (2003).

En el Cuadro 7 se observa las varianzas que aportan cada una de las variables a los respectivos componentes, mostrando el CP-1 41 % de la variación total, sobresaliendo las siguientes variables: longitud de hoja (LOHOJA), ancho de la hoja (ANHOJA), altura de la planta (ALTPLA), altura a la mazorca superior (ALTMSP), número de nudos con mazorca en el tallo principal (NNMZTP), número de nudos con mazorca en ramas laterales (NNMZRL), número de nudos con mazorca en los hijos (NNMZHJ), longitud de la antepenúltima rama lateral (LARLAT), longitud de la rama principal de la panoja (LORPRP), ancho de la gluma (ANCGL), número de venas en la gluma (NVENGL), peso de 100 semillas (PESEM). Son las que mayor aportan a la variación diferenciando a las especies estudiados.

Cuadro 7. Contribución de las variables a los cinco primeros componentes principales (PC) y variación explicada.

Variable	PC-1	PC-2	PC-3	PC-4	PC-5
NUHOJA	0.1520	0.1910	0.2240	0.2430	-0.0270
LOHOJA	0.2250	-0.0020	-0.1630	0.2380	0.0730
ANHOJA	0.2440	-0.1560	-0.0350	-0.1070	-0.0390
ALTPLA	0.2510	-0.0590	-0.1080	-0.0390	-0.2540
ALTPMZ	0.1930	0.0180	-0.0990	0.3180	-0.0330
ALTMSP	0.2320	-0.1830	-0.0850	0.0200	0.0020
NRLTAL	0.2110	-0.1990	-0.0400	-0.0390	-0.1600
NHIJO	-0.0970	0.3250	0.0590	-0.1000	0.0760
NNMZTP	0.2380	-0.1490	-0.0860	0.0860	0.0820
NNMZRL	0.2410	-0.0890	0.1930	0.0270	0.0260
NNMZHZ	0.2510	0.0290	0.1690	0.1260	0.0050
LARLAT	0.2190	-0.1180	0.1280	-0.1210	0.2730
NNARLA	-0.1210	0.2800	0.1440	0.1450	0.0060
NM3NST	0.0710	-0.2290	0.1280	0.2240	0.4270
NRPANJ	0.1840	-0.1930	-0.1930	0.1130	-0.0770
LOPANJ	0.1740	0.0760	0.0560	-0.3100	0.4190
LOPRP	-0.0210	-0.3060	-0.1850	0.1780	0.0310
LORPRP	0.2360	0.1590	-0.0150	-0.1680	-0.0760
LERPRP	-0.0540	-0.0740	-0.3450	-0.2840	0.2400
LERLTP	-0.1010	-0.1230	-0.2700	-0.2950	0.2720
ANCESP	0.1850	0.2130	-0.1520	-0.1040	-0.1060
LONESP	0.1980	0.2230	-0.0540	-0.0150	0.2150
LOPED	-0.0410	0.2480	-0.1300	0.2940	0.2890
ANCGL	0.2150	0.1900	-0.1300	-0.0600	-0.1330
NVENGL	0.2360	0.0800	0.1160	-0.2040	-0.1770
LOGMAZ	0.0850	0.2000	-0.2970	0.0870	0.2010
NGRAMZ	0.0820	0.2240	-0.2240	0.2810	0.1290
PESEM	0.2250	0.0530	0.1900	-0.2030	0.0930
VOSEM	0.1390	0.2890	0.0600	-0.1740	0.0010
LOGRAN	0.1150	-0.0710	0.3410	0.1020	0.1530
ANCGRA	-0.0840	-0.1340	0.3580	-0.0200	0.1780
Varianza	12.795	7.808	5.05	2.793	1.628
Proporción (%)	0.413	0.252	0.163	0.09	0.053
Acumulado (%)	0.413	0.665	0.828	0.918	0.97

El CP-2 agrupó el 25% de la variación en el que se destacaron un total de siete variables: número de hijos (NHIJO), número de nudos en la antepenúltima rama lateral (NNARLA), número de mazorcas en los tres nudos superiores del tallo principal (NM3NS), longitud de la parte ramificada de la panoja (LOPRP), longitud de espiguillas (LONESP), longitud de pedicelo (LOPED), número de granos en la mazorca (NGRAMZ) de las siete variables tres variable eran vegetativa una de panoja dos de espiguilla y una de mazorca y grano.

Dentro del CP-3 resaltaron cinco variables logrando aislar un total de 16 % de la variación de los materiales evaluados destacándose: longitud de entrenudos de la rama principal de la panoja, (LERPRP), longitud de entrenudos de la rama lateral de la panoja (LERLTP), longitud de mazorca (LOGMAZ), longitud de grano (LOGRAN), ancho de grano (ANCGRA) en este componente estaban contemplada tanto caracteres de panoja de espiguilla y caracteres de mazorca y grano.

En la Figura 3 se observan los materiales evaluados mediante el ACP, aquí se aprecia los posibles indicios de agrupamiento *Z. perennis* (a) se diferencia del resto de materiales, no obstante *Z. parviglumis* y *Z. diploperennis* mostrarán características similares, dentro del CP-2, la especie *Z. nicaraguensis* se separa de los demás materiales evaluados mostrando características similares con *Z. luxurians*, de igual manera *Z. perennis* (b) se relacionó con *Z. huehuetenangensis* (Figura 3).

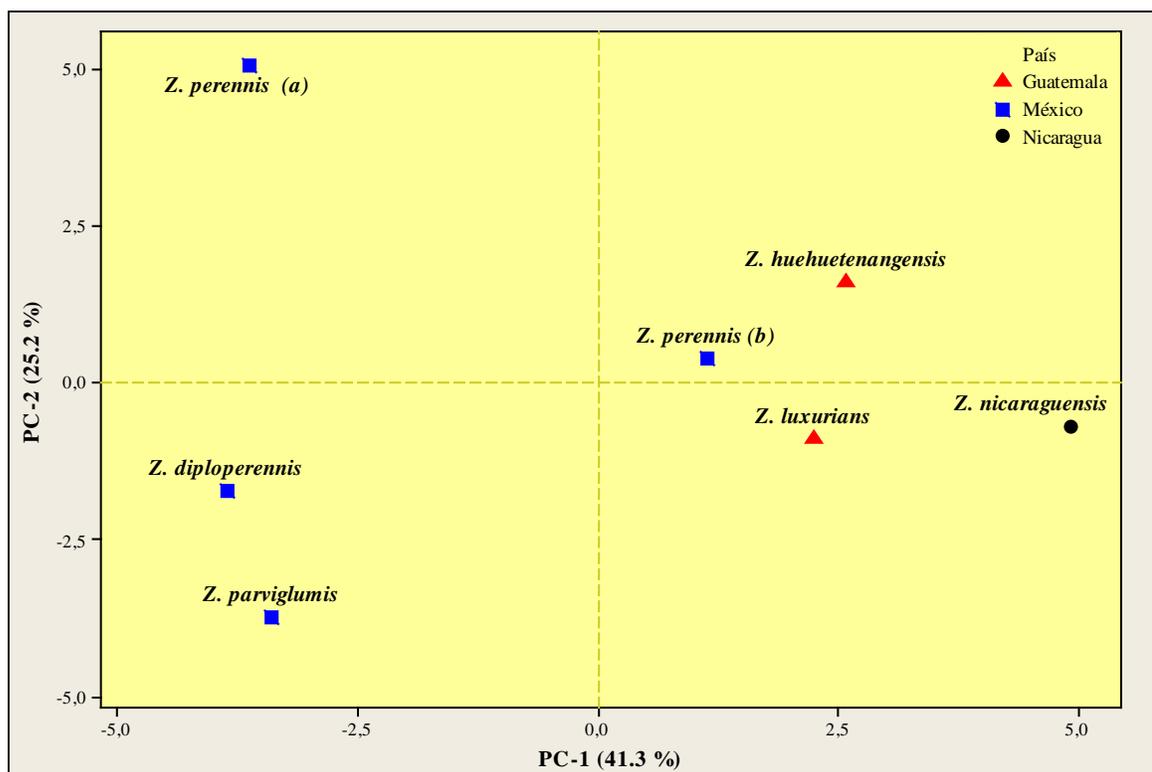


Figura 3. Relación de especies de teocintles mesoamericanos (*Zea* spp.) a través del análisis de componentes principales provenientes de datos morfológicos.

Otros estudios realizados por Benavides y Loáisiga (1997) coinciden con la Figura 3, el teocintle de Nicaragua (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz), difiere de las demás especies. Las variables altura de planta, longitud de panoja y el número de ramas en la inflorescencia masculina son las variables que discriminan a las especies de teocintles. Por otro lado, la forma de la semilla es otra característica sirvió para diferenciar a los materiales. La semilla cilíndrica (transversalmente) y de forma casi trapezoidal (longitudinalmente) es propia del teocintle de Nicaragua, mientras que las semillas de los otros teocintles son más de forma triangular. Dichas variables representan características básicas para clasificar estas especies (Iltis y Benz, 2000)

4.6 Análisis de agrupamiento en teocintle (*Zea spp.*)

El análisis de Agrupamiento (AA) o Conglomerados es un conjunto de técnicas que se utilizan para clasificar las variables o descriptores en grupos relativamente homogéneos llamados conglomerados. El objetivo en este análisis es clasificar un conjunto de n individuos o p descriptores en un número pequeño de conglomerados, donde la conformación puede obedecer a leyes naturales o a cualquier conjunto de características comunes a los individuos (Hidalgo, 2003).

Los descriptores en cada grupo (conglomerado) tienden a ser similares entre sí (alta homogeneidad interna, dentro del conglomerado) y diferentes a los objetos de los otros grupos (alta heterogeneidad externa, entre conglomerados). El AA tiene como propósito esencial, agrupar aquellos individuos que reúnan idénticas características, es decir convirtiéndose en una técnica de análisis exploratorio diseñada para revelar las agrupaciones naturales dentro de una colección de datos. Por medio del análisis de conglomerado se observó la relación o similitud del material estudiado de teocintle planteado en el ACP (Figura 3).

En la Figura 5 se observa la relación del material evaluado en forma de dendograma a través del método de ligamiento promedio (UPGMA) y la distancia Euclídea; tomando en cuenta todas las variables congregando un total de cuatro conglomerado a una distancia de 50 unidades quedando distribuido de la siguiente manera.

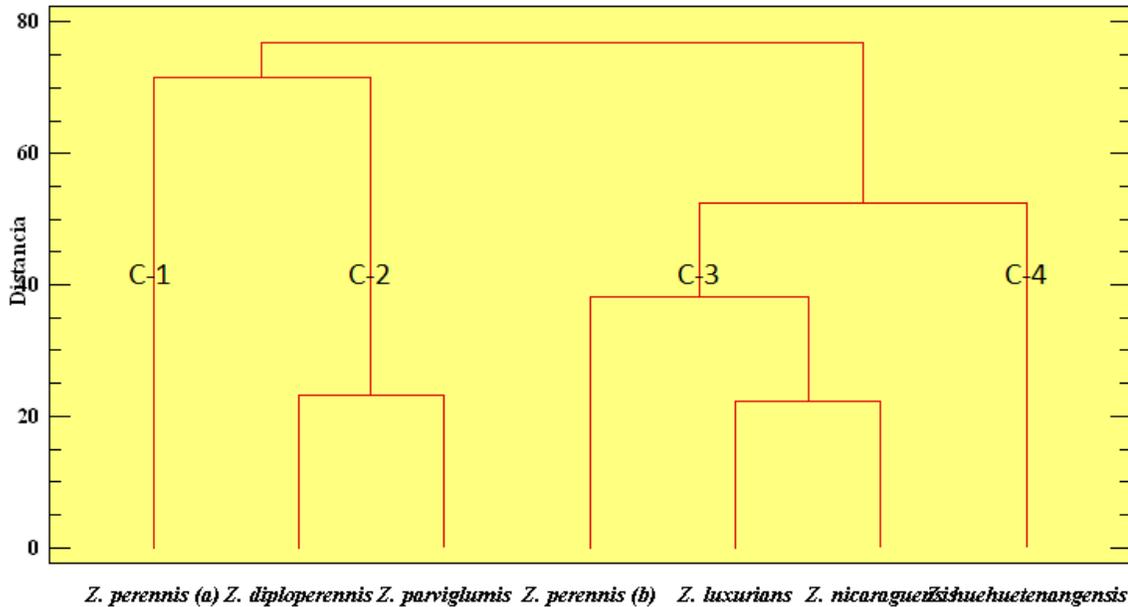


Figura 4. Fenograma de 6 especies de teocintles mesoamericanos (*Zea. spp.*) mediante el método UPGMA y la distancia euclídea al cuadrado.

Conglomerado 1. Este conglomerado solo agrupó a la especie *Zea perennis* (a) al no compartir características con los demás materiales evaluados.

Conglomerado 2. Aglomeró un total de tres especies *Z. diploperennis*, *Z. parviglumis* y *Z. perennis* (b), estas contienen características similares entre ellas, se destacan: ancho de la espiga, longitud de la parte ramificada de la panoja, longitud de la antepenúltima rama lateral.

Conglomerado 3. Agrupó a las especies *Z. luxurians* y *Z. nicaraguensis* que comparten ciertas características como número de ramas de la panoja, longitud de la parte ramificada de la panoja, longitud de la antepenúltima rama lateral, número de nudos con mazorca en los hijos.

Conglomerado 4. Este solamente agrupó a la especie de Guatemala *Z. huehuetenanguensis*.

Los resultados son similares a los reportados por Fukunaga *et al.*, (2005), Matsuoka (2005), Buckler *et al.*, (2006), dichos autores agrupan al teocintle de Nicaragua como parte del grupo conformado por los teocintles de Guatemala denominado sección Luxuriantes, especies que difieren en características a las otras especies de la región (Anexo 1).

V CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados del estudio de las seis especies de teocintle mediante descriptores morfológicos realizado en el (CEO) Posoltega, Chinandega se derivan las siguientes conclusiones.

- Se encontró diferencias estadísticas significativas entre las especies en todas las variables evaluadas, con excepción de la longitud de panoja, número de granos en mazorca y ancho de grano.
- Los tres primeros componentes aislaron el 83 % de la variación total, y las variables de mayor variación fueron la altura de planta, variables de hoja y panoja, y peso de semilla, entre otras.
- A partir de las especies de teocintle se conformaron 4 conglomerados, el grupo 2 integró a *Z. diploperennis* y *Z. parviglumis*. El grupo tres agrupó a *Z. nicaraguensis* y *Z. luxuriant*, y relacionado a este, el núcleo 4 conformado por *Z. huehuetenaguensis*.

VI. LITERATURA CITADA

Azurdia, C. 1996. Las malezas como un reservorio genético de las plantas. Lecturas en Recursos Fitogenéticos. Subprograma de Recursos Genéticos Vegetales (REGEVE). Instituto de Investigaciones Agronómicas. Facultad de Agronomía. USAC. p. 12-13.

BARAHONA, OW; GAGO, HF. 1996. Evaluación de diferentes prácticas culturales en soya (*Glicine max* L. Merr) y ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) y su efecto sobre la cenosis de las malezas. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 69 p.

Benavides G, AN. 2002. Caracterización y evaluación *ex situ* de una población de Teocintle anual recolectada en el norte de Chinandega, Nicaragua. La Calera, año 2. N° 2. Revista de la UNA. Managua, Nicaragua. pp. 6-13.

Benavides G, AN. 2003. Caracterización *in situ* y *ex situ* del teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz) recolectado en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA) Chinandega, Nicaragua. Tesis MSc. Universidad Autónoma de Barcelona. Managua, Nicaragua. 70 p.

Benavides G, AN; Loáisiga C, CH. 1997. Informe técnico preliminar de la prospección del teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis y Benz), en la zona norte de Chinandega, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 5 p.

Benz, BF. 2001. Archaeological evidence of teosinte domestication from Guila' Naquitz, Oaxaca. (en línea). Proceedings National Academy of sciences, USA 98(4): 2104-2106. Consultado el 02 Oct. 2010. Disponible en <http://www.pnas.org/content/98/4/2104.full.pdf+html>.

Bird R, M. 2000. A Remarkable new teosinte from Nicaragua: Growth and treatment of progeny. Maize Cooperation Genetics Newsl. 74: 58-59.

Bird R, M. 1978. A name change for Central American teosinte Taxon 27(4): 361-363.

Buckler, ES; Goodman, MM; Holtsford, TP; Doebley, JF; Sanchez, JJ. 2006. phylogeography of the Wild subspecies of *Zea mays*. (en línea). Maydica, USA 51: 123-134. Consultado el 2 Oct. 2010. Disponible en <http://www.maizegenetics.net/images/stories/pubs/buckler2006maydica.pdf>.

Canales, MC; Miranda, S. 1984. Algunos cambios ocurridos en el maíz (*Zaea mays* L) bajo domesticación. AGROCIENCIAS 58: 165-176.

CUADRA, M. 1988. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) Var. NB-6. Instituto de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 39 p.

Doebley, J; Iltis, HH. 1980: Taxonomy of *Zea* (Gramineae). I. A subgeneric classification with key to taxa. Am. J. Bot. 67: 982-993.

Doebley, J. 1990. Molecular evidence and the evolution of maize *Economic Botany* 44(3): 6-27, *Economic Botany* 35 (2) p. 187-203.

Dorweiler, J; Stec, A; Kermicle, J; Doebley, J. 1993. Teosinte glume architecture1: A genetic locus controlling a key step in maize evolution. *Science* 262: 233-235.

ESPINOSA, F. A. 2006. Informe de consultaría: Encuesta sobre la capacitación en fitomejoramiento y Biotecnología (en línea). Consultado 18 sep. 2009. Disponible en [http://72.14.203.104/search?q=cache:aQsBjln043IJ:](http://72.14.203.104/search?q=cache:aQsBjln043IJ:apps3.fao.org/wieIIws/docs/Nicaragua%2520Full%2520Report.pdf+centro+experimental+de+occidente&hl=es&gl=ni&ct=clnk&cd=11&lr=lang_es)

apps3.fao.org/wieIIws/docs/Nicaragua%2520Full%2520Report.pdf+centro+experimental+de+occidente&hl=es&gl=ni&ct=clnk&cd=11&lr=lang_es

Franco T, Hidalgo R. 2003. Boletín Técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Calí, Colombia, p. 2-26.

Fukunaga, K; Hill, J; Vigouroux, Y; Matsuoka, Y; Sanchez Gonzalez, JJ; Liu, K; Buckler, ES; Doebley, JF. 2005. Genetic diversity and population structure of teosinte. (en línea). *the Genetics Society of America, USA* 169: 2241-2254. Consultado el 2 Oct. 2010. Disponible en http://teosinte.wisc.edu/pdfs/Fukunaga_Teosinte_SSR.pdf

Hidalgo, R. 2003. Variabilidad genética caracterización de especies vegetales. En: caracterización morfológica de recursos filogenéticos. Franco T. e HIDALGO R. (eds). Boletín técnico No 8, instituto Internacional de Recursos Filogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia, p. 2-26.

INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales), 2008. Dirección general de meteorología (en línea). Consultado 11 de julio de 2009. Disponible en <http://www.ineter.gob.ni/Direcciones/meteorologia/index.html>.

Iltis H.H; Benz, BI. 2000. *Zea nicaraguensis* (Poacea), a new Teosinte from Pacific Coastal of Nicaragua. *Novon.* 10: 382-390.

Jugernheimer, WR. 1990. Variedades mejoradas métodos de cultivo y producción de semilla. 4ta impresión, Editorial Limusa S. A, México, D. F, México. 834 p.

Lopez, M. 1997. Caracterización y evaluación preliminar de 33 cultivares de maíz (*Zea mays* L.), recolectadas en diferentes localidades de Nicaragua. Tesis Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua.

Matsuoka, Y; Vigouroux, Y; Goodman, MM; Sanchez Gonzales, JJ; Buckler, ES; Doebley, JF. 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. (en línea). *Proceedings National Academy of sciences USA* 99: 6080-6084. Consultado el 2 Oct. 2010. Disponible en <http://www.maizegenetics.net/images/stories/pubs/matsuoka2002pnas.pdf>.

Miranda, CS. 1977. Evolución de cuatro caracteres del maíz (*Zea mays* L.). *AGROCIENCIA* No. 28. Chapingo, México. pp. 73-88., Chapingo, México.

Morales, D. 1993. Caracterización y evaluación de 25 genotipos de maíz (*Zea mays* L.) recolectados en Nicaragua. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 55 p.

Morera, JA. 1981. Descripción sistemática de la colección de Panamá (*Bractis gisapaes* HBK) DEL CATIE, Tesis de Master Sc. Turrialba, Costa Rica. 89 p.

PALIWAL, R. L. 2001. El maíz en los trópicos, mejoramiento y producción. Roma, Italia. 345 p.

Pla, LE. 1986. Análisis multivariado. Método de componentes principales. Monografía No 27. Secretaria General de la organización de los Estados Americanos (OEA), programa regional de desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D, C; 93 p.

Rodríguez, PN; Salazar, G. 1996. Caracterización y evaluación preliminar del teocintle anual (*Zea luxurians* D.) recolectado en la zona norte de Chinandega, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Trabajo de Tesis. 134 p.

Reyes, CP. 1990. El maíz y su cultivo. A.G.T. Editor S.A., México, D.F., 460 p.

Sánchez, JJ; Ruiz C, JA. 1995. Distribución del teocintle en México. Memoria del foro flujo entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgénico. p. 20-42.

Sánchez, JJ; Kato, TA; Aguilar, M; Hernández, J. MA; López., J; Ruiz, A. 1998. Distribución del teocintle en México. INIFAP. Libro Técnico Núm. 2. 149 p.

Wilkes, HG. 1977. Hybridization of maize and teosinte, in México and Guatemala and the improvement of maize. Economic Botany 31 (3): 254-293.

Wilkes, HG. 1995. El teocintle en México: panorama retrospectivo y análisis personal. Memoria del foro: Flujo entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgénico. p. 11-19.

Anexos

Anexo 1. Características de las especies de teocintles estudiadas

Especie	Nombre común	Origen	Característica
<i>Z. nicaraguensis</i>	Teocintle anual	Nicaragua	De reproducción anual, De gran altura, crece en esteros a baja altitud, semillas de forma trapezoidal. El teocintle anual de Nicaragua en su hábitat natural, las plantas desarrollan raíces secundarias y adventicias en los nudos del tallo que están en contacto con el suelo Las raíces secundarias presentan una coloración rojo-púrpura
<i>Z. perennis</i> (a)*	Teocintle perenne	México	De reproducción perenne, se adaptan a las condiciones subtropicales y elevaciones medias con intervalos de precipitación anual de 1018-1513, 1017-1021 y 879-905 mm, respectivamente, y la temperatura media anual de 18-21, 17-19 y 14 ° C.
<i>Z. luxurians</i>	Teocintle	Guatemala	De reproducción anual, de gran altura, semillas de forma triangular las hojas culinarias inflorescencia monoicas con espiguilla masculinas y femeninas
<i>Z. huehuetenangensis</i>	Teocintle	Guatemala	De reproducción anual, se desarrolla en ambientes tropicales en altitudes desde 920 hasta 1650 males, amplitud térmica anual <10 ° C y la temperatura media anual y precipitación de 18 a 25 ° C y 940-2159 mm,
<i>Z. perennis</i> (b)*	Teocintle perenne	México	De reproducción perenne se adaptan a las condiciones subtropicales y elevaciones medias con intervalos de precipitación anual de 1018-1513, 1017-1021 y 879-905 mm, respectivamente, y la temperatura media anual de 18-21 , 17-19 y 14 ° C.
<i>Z. diploperennis</i>	Teocintle perenne	México	De reproducción perenne diploide de los rizoma brotan numerosos vástagos es una especie tolerante a siete de la nuevas principales enfermedades virales micoplasmiales y espiroplasmiales
<i>Z. parviglumis</i>	Teocintle	México	De reproducción anual, con 11.7 de hojas promedio, con vainas glabras 8.8 semillas promedio granos pequeños no puntiagudos con un peso promedio de 0.024 gramos endospermo duro y pericarpio duro café

* Accesiones diferentes

Anexo 2. Guía de descriptores del Teocintle anual

Caracteres de Mazorca

Número de granos en la mazorca (NGRMZ)

Ancho de grano (ACHGRA)

Longitud del grano (LOGRAN)

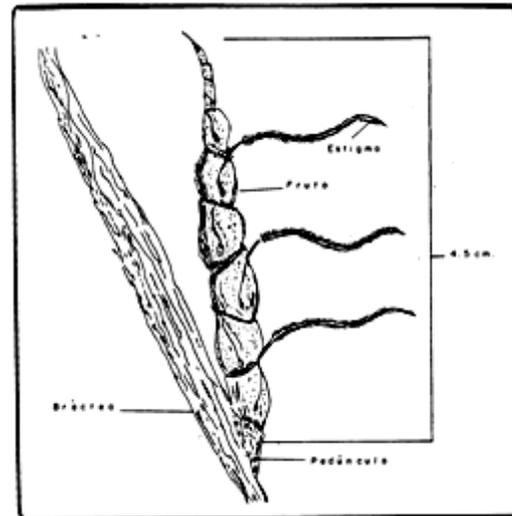


Figura 1A. Caracteres de mazorca

Caracteres de Espiguilla

Número de ramas de la espiga (NRAESP).

Longitud de la espiga (LOESP)

Longitud de la parte ramificada de la panoja (LOPRP)

Longitud de la rama principal de la panoja (LORAPP).

Longitud entre nudos rama principal espiga (LRPESP).

Longitud entre nudos rama lateral espiga (LONRLE).

Ancho espiguilla (ANCESP)

Longitud de pedicelo (LONPED)

Número de venas en la gluma

Ancho de la gluma

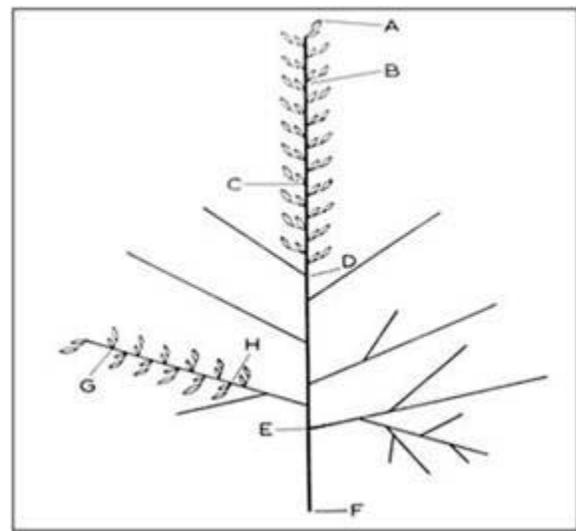


Figura 1A. Caracteres de espiguilla

Caracteres de Crecimiento y Desarrollo

Números total de hojas (NHOJA)

Números total de hojas (NHOJA)

Longitud de la hoja (LHOJA)

Ancho de la hoja (AHOJA)

Altura de la planta (ALTPLA.).

Altura de la primera mazorca (ALTPMZ).

Altura de la mazorca superior (ALTMSP).

Número de ramas laterales en el tallo

(NRLTAL).

Número de hijos (NHIJO)

Número de nudos con mazorcas en el Tallo principal (NDMZTP).

Números de nudos con mazorcas con Ramas laterales (NNMZRL).

Números de nudos con mazorcas en los hijos (NNMZHJ).

Longitud de la antepenúltima rama lateral (LANRL)

Número de nudos de antepenúltima rama lateral (NNANRL)

Número de mazorcas en los tres primeros nudos superiores del tallo (NNMZSTP)

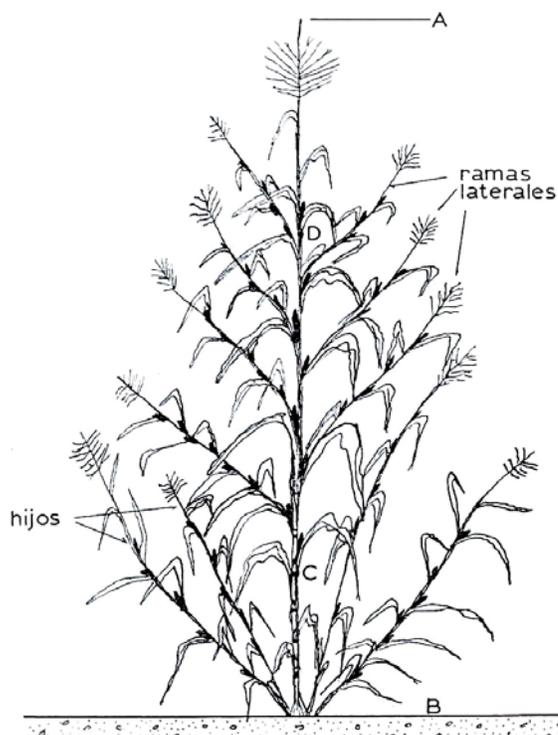


Figura 3A. Caracteres vegetativos de la planta