

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
PROGRAMA RECURSOS GENÉTICOS NICARAGÜENSES



## TRABAJO DE DIPLOMA

### EVALUACIÓN PRELIMINAR DE SEIS POBLACIONES DE TEOCINTLE (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ) EN TRES LOCALIDADES DE NICARAGUA



Teocintle



Maíz

#### AUTORES:

Br. EDDY RAMÓN CÁCERES GONZÁLEZ  
Br. CARLOS ADALID ORDÓÑEZ ALVIR

#### ASESORES:

Ing. M.Sc. CARLOS HENRY LOÁISIGA  
Ing. M.Sc. ÁLVARO BENAVIDES GONZÁLEZ

MANAGUA, NICARAGUA  
MARZO, 2008

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
PROGRAMA RECURSOS GENÉTICOS NICARAGÜENSES



## TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACIÓN PRELIMINAR DE SEIS POBLACIONES  
DE TEOCINTLE (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ)  
EN TRES LOCALIDADES DE NICARAGUA**

**AUTORES:**

*Br.* EDDY RAMÓN CÁCERES GONZÁLEZ

*Br.* CARLOS ADALID ORDÓÑEZ ALVIR

Presentado a la consideración del  
Honorable Tribunal Examinador como requisito final para optar al grado de  
INGENIERO AGRONOMO GENERALISTA

MANAGUA, NICARAGUA  
MARZO, 2008

## DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico con mucha sinceridad a *Dios*, mi madre, mi familia y amigos.

La dedico principalmente a *Dios* por haberme regalado la vida, el entendimiento para culminar con éxito mis estudios y por haberme dado la protección que siempre me ha brindado ante todo tipo de adversidad presente en el camino de la vida misma.

A mi madre Rosa Amelia González González quien con mucho amor y sacrificio me ayudó a culminar mis estudios universitarios y ver mi sueño de ser un profesional hecho realidad, ya que sin su ayuda esto no hubiese sido posible.

A mi señora Lucelia Susana González López, por ser alguien muy especial en mi vida; quien con su paciencia y esmero ha sabido estar ahí cuando más la necesito y por haberme dado un apoyo incondicional para llegar a culminar mis estudios y este trabajo de tesis.

A mi hija linda Luz Amelia Cáceres González que es la inspiración que cada día me alimenta para seguir adelante y vencer todos los obstáculos presentes.

A mis hermanos Danilo Edmundo Hernández González y José Rodolfo Hernández González; mi primo Julio Cesar González Alaniz por ser un hermano más y apoyo en la carrera y así a toda mi familia González por brindarme su apoyo moral para seguir adelante.

A mis amigos Olman Díaz, Loyman Cáceres, Leticia Durán, Allan Vásquez, Carlos Huete, Lidia Incer, Josseling Gutiérrez, Erick Ruiz, José Rivera y Vidal Rivera por ser mis compañeros incondicionales en las buenas y en las malas.

***Br. Eddy Ramón Cáceres González***

## DEDICATORIA

Con mucho cariño y respeto dedico este trabajo de investigación primeramente a:

Dios nuestro señor por brindarnos día a día toda la inteligencia, paciencia, sabiduría y fortaleza para lograr esta meta tan ansiada.

A mi padre Natividad Ordóñez Lagos que con su sacrificio, apoyo incondicional y amor como padre me dio las fuerzas para seguir adelante en mi formación como profesional.

Mi madre Mélida Alvir Bustamante que con esfuerzo, cariño, consejos y dedicación me guió para poder culminar con esta etapa de mi vida.

Mis hermanos Ana Sofía Ordóñez, Lucía Ordóñez que con sus consejos, regaños y ayuda influyeron, para poder forjar mis estudios, en especial a mi segunda madre, Ana Isabel Ordóñez que fue un pilar muy importante en mi vida ya que con su apoyo y esfuerzo pude dar por concluidos mis estudios profesionales.

Toda mi familia y amigos que siempre me motivaron a alcanzar las metas ansiadas y aportaron lo mejor de sí.

*Br. Carlos Adalid Ordóñez Alvir*

## AGRADECIMIENTOS

En primera instancia queremos dar gracias a *Dios*, ya que a través de él obtuvimos toda la inteligencia y dedicación para poder llegar a culminar nuestro trabajo.

Al *Ing. M.Sc. Álvaro Benavides González*, con su experiencia nos brindó todo su apoyo en el asesoramiento del presente trabajo y el análisis de los datos estadísticos del mismo.

Al *Ing. M.Sc. Carlos Henry Loaísiga Caballero*, que con su esfuerzo como asesor de nuestro trabajo de diploma e investigador del tema en estudio, aportó grandes conocimientos, ayuda y dedicación para la realización del trabajo de diploma.

A todos los profesores de la Universidad Nacional Agraria, por compartir sus conocimientos con nosotros de una forma incondicional.

A *Lic. Idalia Casco* por brindarnos apoyo y comprensión durante nuestra estancia en la universidad.

A *Lic. Erica Úbeda* por darnos la orientación a ser un buen profesional dentro del campo laboral.

A todo el personal que labora en el CENIDA, por su apoyo al momento de cualquier necesidad investigativa y por su amistad incondicional en especial a la *Lic. Rutvelia Gómez*, *Lic. Blanca Guevara*, *Lic. Katy Sánchez*, *Ing. Gabriel López* y demás personal.

*Br. Carlos Adalid Ordóñez Alvir*  
*Br. Eddy Ramón Cáceres González*

# ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	<i>i</i>
ÍNDICE DE TABLAS.....	<i>iii</i>
ÍNDICE DE FIGURAS.....	<i>iv</i>
RESUMEN.....	<i>v</i>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	2
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Ubicación del experimento.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.1 Ensayo 1: REGEN.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.2 Ensayo 2: CEO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.3 Ensayo 3: RRGa.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Diseño experimental.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Recolección de los datos.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3.1 Variables de tallo.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3.2 Variables de hoja.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3.3 Variables de floración.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3.4 Variables de grano.....</b>	<b>8</b>
<b>2.4 Análisis de los datos.....</b>	<b>8</b>
<b>III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Variables de tallo.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1.1 Altura de la planta (ALPLA).....</b>	<b>13</b>
<b>3.1.2 Diámetro mayor (DIAMAY).....</b>	<b>13</b>
<b>3.1.3 Diámetro menor (DIAMEN).....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Variables de hoja.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.1 Longitud de hoja (LONHOJ).....</b>	<b>15</b>

<b>3.2.2</b>	Ancho de hoja (ANCHOJ) .....	16
<b>3.2.3</b>	Área foliar (AREFOL) .....	16
<b>3.4</b>	VARIABLES DE LA FLOR MASCULINA .....	17
<b>3.4.1</b>	Inicio y plena floración masculina .....	17
<b>3.4.2</b>	Longitud de panoja (LONPAN) .....	18
<b>3.4.3</b>	Longitud del pedúnculo (LONPED).....	19
<b>3.4.4</b>	Número de ramas secundarias (NRASEC).....	19
<b>3.5</b>	VARIABLES DE GRANO .....	20
<b>3.5.1</b>	Peso de 100 granos (P100GR) .....	20
<b>3.5.2</b>	Peso de la parcela útil (PEPAUT).....	20
<b>3.6</b>	Relación de los tratamientos conformados	21
<b>IV.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>23</b>
<b>V.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>24</b>
<b>VI.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>25</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

		Página
<b>Tabla 1</b>	Significación estadística ( $p > f$ ) del ANDEVA realizado a las variables para los diferentes factores evaluados	12
<b>Tabla 2</b>	Comparación de valores medios para las variables altura de planta (cm), diámetro mayor (cm) y diámetro menor (cm)	14
<b>Tabla 3</b>	Comparación de valores medios para las variables longitud de hoja (cm), ancho de hoja (cm) y área foliar (cm <sup>2</sup> )	17
<b>Tabla 4</b>	Inicio y plena floración para cada una de las poblaciones por localidades	18
<b>Tabla 5</b>	Comparación de valores medios para las variables longitud de la panoja (cm), longitud del pedúnculo (cm) y número de ramas secundarias (unidad)	20
<b>Tabla 6</b>	Comparación de valores medios para las variables peso de 100 granos (g) y peso de la parcela útil (g)	21

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
<b>Figura 1</b>	Promedios de humedad relativa, temperaturas medias y precipitación del Programa de Recursos Genéticos de Nicaragua (REGEN); año 2006	3
<b>Figura 2</b>	Promedios de humedad relativa, temperaturas medias y precipitación del Centro Experimental de Occidente (CEO); año 2006	4
<b>Figura 3</b>	Precipitación media de la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA); año 2006.	6
<b>Figura 4</b>	Fenograma de teocintles establecidos en las tres localidades evaluadas utilizando el método UPGMA y la distancia euclidiana al cuadrado.	22

## RESUMEN

El teocintle (*Zea nicaraguensis* ILTIS y BENZ), es la última especie silvestre emparentado con el maíz descubierto en el departamento de Chinandega, Nicaragua. Al teocintle se le ha atribuido una gran importancia en la variabilidad genética y formación de las principales razas de maíz en Mesoamérica, además de poseer un alto potencial forrajero, y de ser un material biológico de gran interés para los investigadores interesados en el estudio del maíz. En Nicaragua, no existen muchos estudios sobre este maíz silvestre, y los trabajos realizados ha sido enfocados a la caracterización, y un estudio molecular que se está realizando actualmente. El objetivo del presente trabajo consistió en realizar una evaluación preliminar de seis poblaciones en tres localidades de Nicaragua: **1.** Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN), **2.** Centro Experimental de Occidente (CEO) y **3.** Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA). Dicha investigación se desarrolló durante 2006-2007. Se empleó un diseño en Bloques Completos al Azar (BCA) con tres bloques en un arreglo bifactorial (poblaciones y localidades); cada bloque comprendía 6 tratamientos o poblaciones. Se utilizaron 11 descriptores, cuantitativos. Según el Análisis de Varianza (ANDEVA) realizado hubo significación estadística en los factores estudiados para las variables altura de planta y longitud de hoja; pero no se encontró efecto significativo para la interacción conformada. Los valores de las variables de crecimiento medidas en la RRGGA superaron a los valores obtenidos en el CEO y en el REGEN. El análisis de componentes principales aisló el 71 % de la variación total, y el análisis de conglomerados diferenció las poblaciones establecida en Apacunca (RRGA) de las otras localidades.

## I. INTRODUCCIÓN

El centro de origen de una especie está determinada por la variabilidad genética que se encuentra en una región, así como los parientes silvestres que allí predominan, esta variación representa el reservorio genético más significativo de germoplasma para el mejoramiento de plantas (Azurdia, 1996a; citado por Benavides, 2003).

El maíz es considerado originario de México ya que: a). los restos arqueológicos más antiguos han sido encontrados en este territorio; b). la mayor diversidad genética está representada en sus criollos, y c). el pariente más cercano y posible ancestro (el teocintle anual) solamente crece en forma silvestre en México y norte de Centroamérica. El teocintle anual es tan similar al maíz que para los campesinos se hace un poco difícil distinguir uno del otro antes de que posean inflorescencias femeninas. En el maíz, la mazorca es sólida y no libera sus semillas, mientras que el teocintle es frágil y se desarticula al madurar. A pesar de estas importantes diferencias, ambas plantas son reconocidas taxonómicamente como *Zea mays*. La relación genética es tan cercana que las plantas cruzan entre sí y es considerada como ejemplo de flujo genético y de introgresión (establecimiento de genes en una población) entre ellas (Martínez & Leal, 2001).

Se ha determinado que existen cuatro razas de teocintles en México y dos razas en Guatemala, una de las razas de Guatemala es conocida como *Zea luxurians*, además esta especie se encuentra en Honduras y Nicaragua (Wilkes, 1995); citado por Benavides, 2003).

Estudios realizados por Iltis y Benz (2000); citado por Benavides (2003); concluyen que el teocintle anual de Nicaragua presenta algunas características que difiere de los mesoamericanos y lo clasificaron como *Zea nicaraguensis*. El teocintle tiene un potencial forrajero para las regiones tropicales y subtropicales y es germoplasma valioso en la mejora genética del maíz; pero su gran importancia radica en el conocimiento actual del origen y evolución del maíz bajo domesticación, es considerado un ancestro o al menos un contribuyente importante en las

características del maíz, especialmente a lo que respecta a resistencia de enfermedades y factores adversos, sin embargo se está extinguiendo actualmente en los alrededores de los campos donde se sabe que ocurrió la hibridación con el maíz durante por lo menos dos milenios en Mesoamérica. El conocimiento de los parámetros de estabilidad es una herramienta útil para distinguir diferencias genéticas o ambientales entre variedades, híbridos, clones, etc. Es claro que el teocintle es un pariente muy cercano al maíz por lo que a futuro se pueden realizar mejoras genéticas incorporando genes del teocintle al maíz; sin embargo los fitomejoradores buscan seleccionar cultivares que se comporten bien en un amplio rango de ambientes (Rea & de Sousa, 2001).

Por todo lo antes mencionado el presente estudio pretende aportar información del comportamiento de seis poblaciones de teocintle evaluadas en tres localidades de Nicaragua, planteándose los siguientes objetivos:

#### **Objetivo general**

- Generar información del comportamiento del teocintle anual de Nicaragua, mediante la evaluación de seis poblaciones en su hábitat natural y fuera de él.

#### **Objetivos específicos**

- Estudiar el comportamiento de caracteres básicos en seis poblaciones de teocintle anual en su ambiente natural y en dos unidades de investigación de Nicaragua.
- Determinar las características morfológicas de mayor variación, así como la relación entre los teocintles establecidos en las tres localidades.

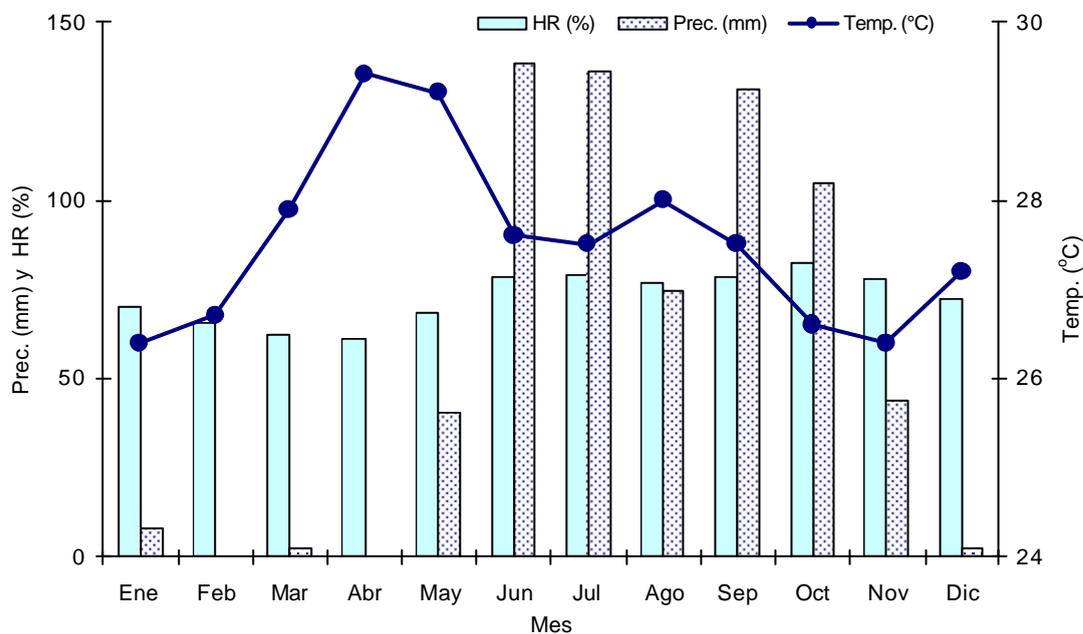
## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Ubicación del experimento

Los experimentos se establecieron durante los meses de julio y agosto del 2007 en tres localidades ubicadas en dos distintos departamentos como son Chinandega y Managua.

#### 2.1.1 Ensayo 1: REGEN

Éste se estableció en el área Experimental del Programa de Recursos Genéticos de Nicaragua (REGEN) de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en el km 12 ½ carretera norte, departamento de Managua. La localidad se ubica a 12° 08' latitud norte y 86° 10' longitud oeste y a una altura de 56 msnm. Los suelos pertenecen a la serie de calera, presentan una textura franco a franco-arenosa con un pH de 7.8 a 8.5 y una pendiente de 0-2%. La temperatura anual promedio es de 26 °C, con una humedad relativa promedio de 70% y precipitaciones de 1 700 mm al año (MARENA, 1999).

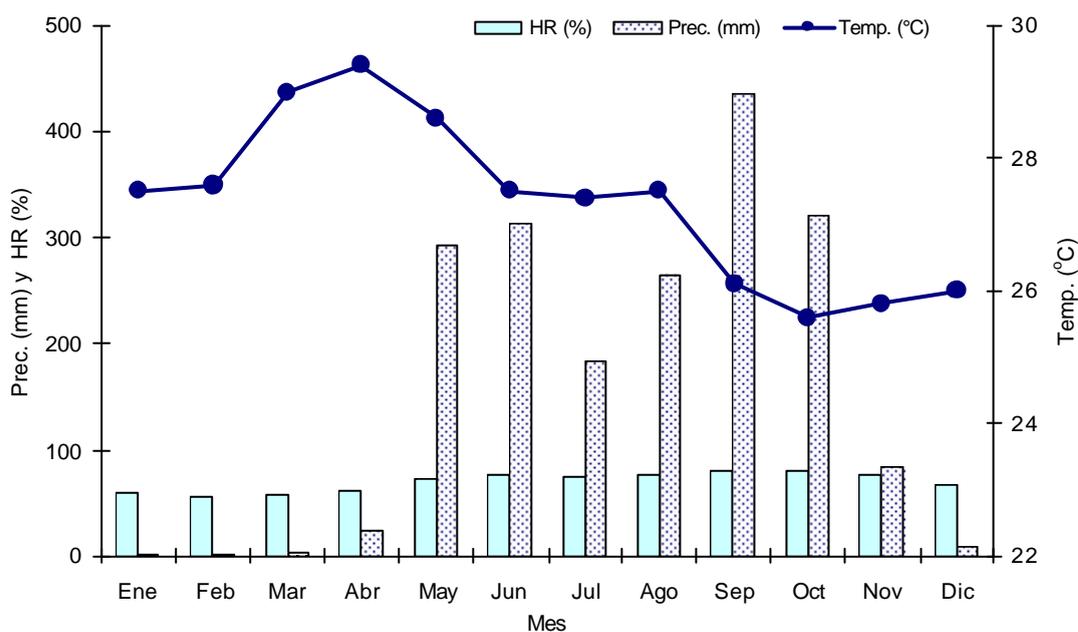


**Figura 1.** Promedios de humedad relativa, temperaturas medias y precipitación del Programa de Recursos Genéticos de Nicaragua; año 2006 (INETER, 2007).

### 2.1.2 Ensayo 2: CEO

Éste fue establecido en el Centro Experimental de Occidente (CEO), en el municipio de Posoltega, departamento de Chinandega. Esta institución pública en los años 80 se le conoció como Centro Experimental del Algodón. Durante estos años estuvo orientado a la investigación y producción del cultivo del algodón. El CEO ha desarrollado sus actividades con fondos del gobierno y apoyo de proyectos regionales. Actualmente se dedica al estudio de la soya, maní, algodón, maíz y frijol (Espinosa, 2006).

Los suelos que presenta son francos a franco-arcilloso, las temperaturas promedio anuales oscilan entre 28 y 36 °C, las precipitaciones medias oscilan entre 2 200 y 2 800 mm por año (Benavides, 2002).

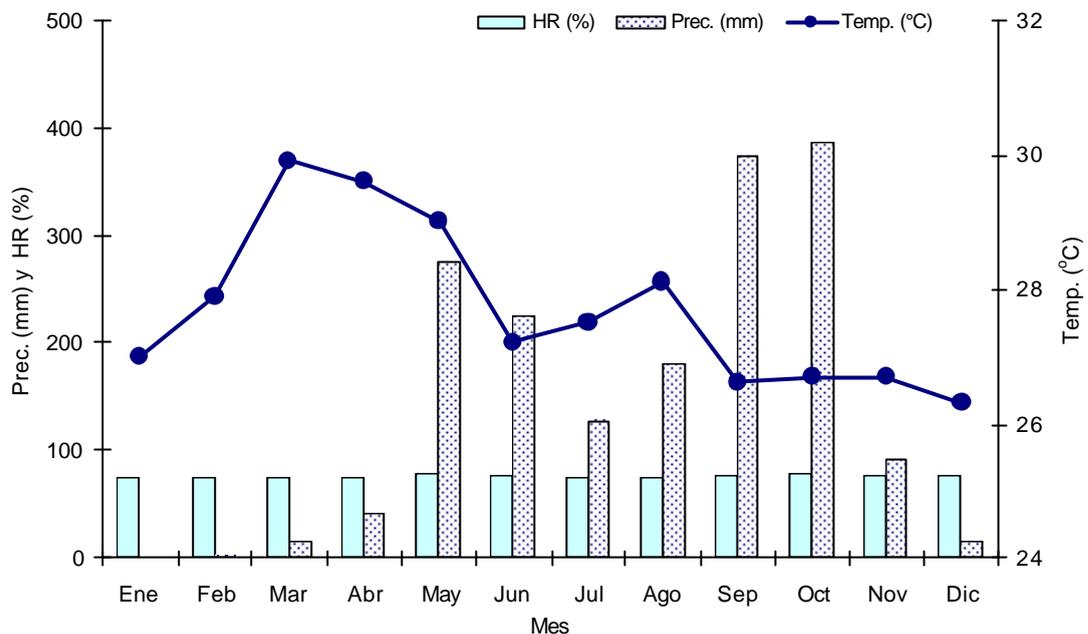


**Figura 2.** Promedios de humedad relativa, temperaturas medias y precipitación del Centro Experimental de Occidente; año 2006 (INETER, 2007).

### **2.1.3 Ensayo 3: RRGGA**

Fue llevado a cabo en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA) ubicada en el departamento de Chinandega. Limita al norte con la república de Honduras y el departamento de Madriz, al sur con el Océano Pacífico, al este con el departamento de León y al oeste con el Golfo de Fonseca. Cuenta con una superficie de 4 926 kilómetros cuadrados que representan el 27.6% del territorio de la macro región del pacífico y el 3.8 % del territorio nacional. La reserva se encuentra ubicada entre los municipios de Somotillo y Villanueva, específicamente en un área denominada región de depresión nicaragüense, la cual comprende una extensa planicie que se distribuye entre la región de la cordillera de los Maribios y del Sistema Volcánico Montañoso presentando una superficie de 180 255 hectáreas que representa el 37.4 % del área departamental. Se estima una población de 35 848 habitantes que representa el 10 % del departamento y es donde se localizan los municipios de Somotillo y Villanueva; a su vez se divide en sub regiones siendo estas las siguientes: Las planicies de Villanueva, Llanos de Cayanlipe, Llanos de Tecomapa, Planicies de Somotillo y Lomeríos de Mina el Limón (MAGFOR, 1999).

El ensayo se ubicó en la sub-región Planicies de Somotillo en la cual se localizan las depresiones de Villanueva y Somotillo, comprende las zonas más altas de la depresión nicaragüense y conforman un relieve plano suavemente ondulado con pendientes menores del 15%, y con una asociación de suelos de texturas pesadas (vertisoles) en las áreas planas y depresionales, y suelos poco profundos de texturas medias a finas en las partes más altas del relieve, su clima corresponde a zonas de vida de Bosque Seco Tropical (bs-T) con inclusiones de bosque seco subtropical; sus precipitaciones oscilan entre 1 600 mm por año y su temperatura media anual oscila entre 28 y 29 °C (MARENA, 1999).



**Figura 3** Promedios de humedad relativa, temperaturas medias y precipitación en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA); año 2006. (INETER, 2007).

## 2.2 Diseño experimental

Para cada uno de los ensayos se utilizó un diseño con Bloques Completo al Azar (BCA) con dos repeticiones, donde se evaluaron 6 poblaciones de teocintle (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ). Se realizaron labores convencionales (arado y gradeo) y no se utilizó ningún tipo de agroquímicos.

La parcela consistió en 4 surcos de 5 metros de largo; la distancia entre cada planta fue de 30 cm y entre surco fue de 50 cm, por lo que la parcela tenía 2 metros de ancho. La parcela útil estaba constituida por los dos surcos centrales, dejando 1 metro en la cabecera para obviar el efecto de borde. Cada bloque comprendía un área de 60 metros cuadrados y un espaciamiento entre bloque de 2 metros, para un área total del experimento de 144 metros cuadrados.

## 2.3 Recolección de los datos

En cada uno de los ensayos se midieron las mismas variables las cuales se presentan a continuación:

### **2.3.1 Variables de tallo**

Para la medición de cada una de estas variables se tomaron 15 plantas al azar dentro de la parcela útil y el muestreo dio inicio a los 15 días de haber emergido el cultivo con una frecuencia de 8 días.

Altura de la planta. Se midió en centímetros (cm) con una cinta métrica desde la base del tallo hasta el último entrenudo a cada una de las plantas muestreadas.

Diámetro mayor del tallo. Con un Vernier se midió en cm la parte más ancha del tallo en el primer entrenudo de la planta.

Diámetro menor del tallo. Con una cinta métrica se midió (cm) el tallo en la parte más angosta de éste a una altura aproximada de 20 cm de la base del suelo de la planta. Esta variable sólo aplicó en las primeras fases del ciclo de vida del teocintle ya que en esta etapa de desarrollo su tallo es de forma romboide.

### **3.3.2 Variables de hoja**

Cada una de estas variables se midió al momento de plena floración. Se tomaron 15 plantas al azar dentro de la parcela útil y a cada una se le realizó las mediciones correspondientes.

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

Ancho de la hoja. Consistió en la medición de la parte central de la hoja media de la planta en centímetros.

Área foliar. Resulta de la multiplicación de la longitud y el ancho de la hoja por el factor 0.75 expresado en  $\text{cm}^2$ .

### **3.3.3 Variables de floración**

Cada variable se tomó al momento de plena floración de cada una de las poblaciones estudiadas en el ensayo; tomando 15 plantas al azar comprendidas dentro de la parcela útil, con una frecuencia de 8 días para cada toma.

**Inicio de floración.** Consistió en contar los días transcurridos desde la emergencia de las plantas hasta que la primera planta le emergió su espiga por cada tratamiento.

**Plena floración.** Se determinaron los días transcurridos desde que emergió más del 50% de las plantas hasta que florecieron más del 50% de las plantas por cada tratamiento.

**Longitud de la panoja.** Se midió en cm desde la hoja bandera hasta el ápice de la panoja.

**Longitud del pedúnculo.** Se realizó con una cinta métrica (cm) midiendo desde la hoja bandera hasta la base de la primera rama secundaria de la panoja.

Número de ramas secundarias. Se contaron cada una de las ramas secundarias presentes en la flor masculina.

#### **3.3.4 Variables de grano**

Peso de 100 granos. Luego de cosechar cada uno de los tratamientos por separado se procedió a contar 100 granos por cada parcela experimental con ocho réplicas y con la ayuda de una pesa digital se obtuvieron los diferentes resultados en gramos.

**Peso de parcela útil.** Se cosecharon las mazorcas dentro de la parcela útil de cada tratamiento, luego se les extrajo el grano a cada una de las mazorcas y con la ayuda de una balanza digital se procedió a tomar el peso en gramos por separado.

#### **2.4 Análisis de los datos**

Los datos recopilados fueron manejados y procesados en bases de datos, posteriormente se sometieron a una ANDEVA en el cual se utilizaron los programas Word, Excel y SAS (Versión 9.1).

Con respecto al análisis de caracteres de distribución continua se conformó un análisis de varianza (ANDEVA) unifactorial propio de un diseño BCA y se determinaron los efectos por bloque y población en cada localidad.

La información obtenida en los diferentes ambientes fue procesada en el programa estadístico SAS en el cual se aplicaron varios modelos estadísticos y se seleccionó el modelo que presentó el menor error experimental. El Modelo Aditivo Lineal (MAL) conformado incluyó los factores bloques y poblaciones como efectos fijos y los factores localidad y su interacción con las poblaciones como efectos aleatorios; realizando un análisis mixto; para posteriormente obtener los diferentes análisis de varianza (ANDEVA) para las variables estudiadas. El MAL propuesto y utilizado en el presente estudio fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + t_j + (t\beta)_{jk} + a_i + (ta)_{ij} + (\beta a)_{kj} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$	Son las observaciones promedios medidas en los tratamientos
$\mu$	Es el efecto de la media poblacional
$\beta_k$	Es el efecto de las $k$ -ésimas réplicas (bloques)
$t_j$	Es el efecto de las $j$ -ésimas localidades
$(t\beta)_{jk}$	Es el efecto de la $j$ -ésima localidad y la $k$ -ésima réplica
$a_i$	Es el efecto de las $i$ -ésimas poblaciones
$(ta)_{ij}$	Es el efecto de la $i$ -ésima población y la $j$ -ésima localidad
$(t\beta)_{kj}$	Es el efecto del $k$ -ésimo bloque y la $j$ -ésima localidad
$\epsilon_{ijk}$	Es el error experimental para evaluar los factores localidad, poblaciones y las interacciones mencionadas

Con el objetivo de determinar las categorías estadísticas de las poblaciones evaluadas se procedió a realizar la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) y se determinó el criterio de comparación (DSH) o mínima diferencia estadística, independiente de su significación estadística.

El conjunto de datos se organizó en una matriz, de forma tal que las hileras correspondieran a los promedios de las variables de las OTU's (localidades y poblaciones de teocintles) y las columnas a los caracteres. La relación de los tratamientos (localidades y poblaciones de teocintles) se efectuó mediante estadísticos descriptivos y técnicas de taxonomía numérica: Análisis de

Componentes Principales (ACP) y Análisis de Agrupamientos (AA). Para este tipo de análisis estadísticos se utilizaron los programas Minitab (v. 15) y StatGraphics (Centurión XV).

El ACP, es una técnica que permite reducir el conjunto de P variables correlacionadas a un conjunto menor no correlacionadas denominados Componentes Principales (CP), estas son combinaciones lineales de las variables originales (Pla, 1986; citado por Benavides, 2003), capaces de retener gran cantidad de información suministrada por las variables originales (Castro, *et al.*, 1993; citado por Benavides, 2004).

El AA fue utilizado para encontrar la mejor manera de describir las semejanzas mutuas entre las OTU's separando en grupos preliminares definidos. Se empleó el método UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with the arithmetic Averages) que calcula la distancia entre dos grupos como el promedio de las distancias (Distancia Euclidiana al Cuadrado) entre todos los pares de individuos de los dos grupos (Franco *et al.*, 1997; citado por Benavides, 2004), el resultado final se presenta en forma gráfica (dendrograma).

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

En la Tabla 1 se presenta una síntesis del ANDEVA, y sólo se muestran los valores de ( $Pr > F$ ) obtenidos en los factores bloque, población, localidad e interacciones. De igual manera se exhiben el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y el Coeficiente de Variación (CV).

Según Gutiérrez (2000), indica que los CV con mayores valores corresponden a caracteres con mayor divergencia en los promedios para cada tratamiento. De acuerdo con (Levin & Rubin, 1996; citado por Tercero y Torrez, 2004) los valores  $R^2$  de mayor valor indican menor cantidad en la variación desconocida o error experimental, también representa la precisión del modelo estadístico.

En este trabajo se puede observar que hubo efecto significativo para los factores bloque, población, localidad a excepción del factor de interacción localidad x población, lo que indica que las poblaciones no varían en las diferentes localidades (Tabla 1).

Las poblaciones se diferenciaron estadísticamente para las variables altura de la planta y longitud de hoja; caso contrario para las demás variables en estudio (Tabla 1).

Asimismo las variables altura de planta, longitud de hoja, ancho de hoja y peso de la parcela útil presentaron significación estadística para el factor localidad. Las variables: área foliar, peso de 100 granos, número de ramas secundarias, longitud del pedúnculo, longitud de panoja, así como diámetro mayor y menor del tallo no se diferenciaron para ninguno de los factores evaluados (Tabla 1). Para el factor de interacción localidad x población ninguna de las variables presentó significación estadística, lo que indica que las poblaciones no estaban en dependencia directa

con la localidad donde se establecieron (Tabla 1); resultados similares reportó Benavides (2003), quien evaluó las mismas poblaciones de teocintle *in situ* y *ex situ*.

**Tabla 1** Significación estadística ( $Pr > F$ ) del ANDEVA realizado a las variables para los diferentes factores evaluados.

Variable*	Bloque	Población	Localidad	Localidad x población	R <sup>2</sup>	CVb
ALTPLA	0.0002	0.0181	0.0075	0.3078	0.95	7.40
DIAMAY	0.0033	0.3173	0.3126	0.8823	0.77	7.03
DIAMEN	0.5198	0.8179	0.1439	0.7140	0.65	9.39
LONHOJ	0.6357	0.0492	0.0454	0.9382	0.55	6.38
ANCHOJ	0.6893	0.6896	0.0009	0.5704	0.64	7.60
AREFOL	0.6764	0.1325	0.1598	0.8229	0.51	11.06
LONPED	0.0562	0.4026	0.1025	0.5536	0.72	18.01
LONPAN	0.1424	0.3394	0.3470	0.1387	0.66	9.60
NRASEC	0.5871	0.1216	0.0833	0.1860	0.69	7.05
P100GR	0.7373	0.6923	0.1342	0.7930	0.47	21.03
PEPAUT	0.9149	0.5687	0.0341	0.2020	0.70	27.50

Si  $Pr = 0.05$  es significativo ( $\alpha = 0.05$ ), de lo contrario es no significativo ( $Pr > 0.05$ )

\* **ALTPLA**: Altura de planta, **DIAMAY**: Diámetro mayor de tallo, **DIAMEN**: Diámetro menor; **LONHOJ**: Longitud de hoja; **ANCHOJ**: Ancho de hoja; **AREFOL**: Área foliar; **LONPED**: Longitud del pedúnculo; **LONPAN**: Longitud de panoja; **NRASEC**: Número de ramas secundarias; **P100GR**: Peso de 100 granos; **PEPAUT**: Peso de la parcela útil.

### 3.1 Variables de tallo

El tallo es el eje central de la planta y se encuentra formado por una sucesión de nudos y entrenudos. En el maíz la distinción de los hijuelos es muy fácil, en cambio en el teocintle muchos hijuelos son casi indistinguibles del tallo principal presentando tallos más delgados con respecto al maíz (Rodríguez y Salazar, 1996).

El acame de las plantas es resultado del pobre vigor de los tallos. Las plantas acamadas constituyen un medio favorable para el desarrollo de hongos u otras enfermedades (Poehlman, 1965; citado por Ponce & Leiva, 2007).

La planta de teocintle en sus primeras fases de desarrollo, el tallo presenta una forma diferente a la cilíndrica del maíz; es de forma romboide; por lo que en presente trabajo se realizó la medición de dos diámetros: el diámetro mayor y el diámetro menor.

### **3.1.1 Altura de la planta (ALPLA)**

La planta de maíz es alta, con abundantes hojas y un sistema radical fibroso. El tallo consta de cuatro estructuras básicas: los entrenudos, las hojas, el prófalo y la yema o meristemo apical. En el maíz tropical hay una gran variación en la altura de la planta (Paliwal, 2001).

La altura de la planta se define como la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis y ésta tiene mucha importancia cuando se relaciona con el acame y quiebre de la planta (Aragón, 2004).

El análisis estadístico en esta variable detectó diferencia significativa para las poblaciones y las localidades. Para el factor localidad el mayor promedio fue determinado para el ambiente RRGGA con 300.08 cm; para el factor población se destacó la población B con el mayor promedio 266.37 cm y el menor valor lo obtuvo la población E con 229.63 cm (Tabla 2). Cabe señalar que las condiciones climáticas de esta zona varían con respecto a las otras localidades.

Estos datos concuerdan con Benavides (2003); quien en su trabajo de caracterización del teocintle muestra un rango que va de 1.5 m a 6 m de altura en su hábitat natural, al igual con los reportados por Rodríguez y Salazar (1996) con un rango de 0.84 m a 4.07 m y según Benavides (2003); la especie *Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ tiene una altura significativamente superior a los teocintles de Mesoamérica.

### **3.1.2 Diámetro mayor (DIAMAY)**

Al aumentar la densidad poblacional los tallos se vuelven más delgados, los entrenudos más largos y las plantas más altas causando por lo tanto disminución del rendimiento y volcamiento de las plantas (Medina & Pacheco, 1989; citado por López, 1997).

En este estudio dicha variable no presentó diferencias significativas para ninguno de los factores. El rango promedio obtenido para esta variable estuvo comprendido entre 3.07 y 2.71 cm, respectivamente (Tabla 2). Los resultados obtenidos están por encima de los presentados por Rodríguez y Salazar (1996); donde el rango encontrado fue de 0.9 a 2.1 cm; sin embargo, se relaciona con los presentados por Benavides (2003) rango comprendido entre 1.5 y 4.0 cm.

### 3.1.3 Diámetro menor (DIAMEN)

El teocintle por poseer la característica de tener un tallo de forma romboide en las primeras fases de su crecimiento se tomo el diámetro menor como un carácter importante ya que si el tallo es muy delgado se vuelve muy susceptible al acame provocado por el viento.

Éste descriptor está directamente relacionado con el anterior (diámetro mayor), por tanto al igual que él no presentó significación para ninguno de los factores evaluados (Tabla 1); sin embargo; el rango encontrado fue de 2.31 a 2.46 cm (Tabla 2).

Las poblaciones evaluadas en el presente trabajo muestran superioridad en relación a los datos presentados por Rodríguez y Salazar (1996); quienes determinan un rango de 0.5 a 1.6 cm para este descriptor.

**Tabla 2** Comparación de valores medios para las variables altura de planta (ALTPLA), diámetro mayor (DIAMAY) y diámetro menor (DIAMEN) en las localidades y poblaciones evaluadas.

Localidad		Altura de planta (cm)	Diámetro mayor (cm)	Diámetro menor (cm)
DHS	REGEN	186.14 c	3.12 a	2.43 a
	CEO	229.07 b	2.71 a	2.15 a
	RRGA	300.08 a	2.98 a	2.51 a
	DHS	68.32	0.81	0.50
Población	A	255.81 ab	2.83 a	2.31 a
	B	266.37 a	3.07 a	2.44 a
	C	245.69 ab	2.90 a	2.37 a
	D	233.23 ab	3.01 a	2.46 a
	E	229.63 b	2.93 a	2.40 a
	F	248.70 ab	2.91 a	2.34 a
	DHS	30.76	0.35	0.38

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey  $\alpha=0.05$ )

## **3.2 Variables de hoja**

Las hojas son órganos primarios que salen del tallo y ejecutan dos importantes funciones en la vida del vegetal, el proceso de la fotosíntesis destinada a la elaboración de la materia orgánica y la transpiración destinada a la eliminación del exceso de agua, por lo que tiene una relación directamente proporcional con el crecimiento y rendimiento del cultivo (Peña, 1989; citado por Ponce y Leiva, 2007).

### **3.2.1 Longitud de hoja (LONHOJ)**

La hoja 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 hoja en relación con la fotosíntesis de la planta y es de mayor importancia en las plantas cultivadas (Paliwa I, 2001).

Benavides (2003), detalla que la hoja presenta afectaciones en su mayoría por el medio ambiente afectando el crecimiento de la misma.

Para el factor población se presentó diferencia significativa, donde la separación de media aglutinó 2 grupos, el mayor promedio lo obtuvo la población B con 63.17 cm y el menor la población A con 56.21 cm. Al igual que en el factor población el factor localidad se diferenció estadísticamente; la localidad CEO superó a las demás con 62.82 cm, caso contrario a la localidad REGEN con un valor promedio mínimo de 59.21 cm. (Tabla 3).

Los resultados promedios evaluados en éste trabajo están por debajo de los expuestos por Benavides (2003), donde el teocintle expresó en su hábitat natural valores superiores a 1 m de longitud, sin embargo hay similitud con la caracterización realizada por Rodríguez y Salazar (1996); con un rango promedio de 45 a 131 cm.

### **3.2.2 Ancho de hoja (ANCHOJ)**

Los principales órganos para la realización de la fotosíntesis en la planta son las hojas y la concentración de nutrientes en las mismas influye en el crecimiento y rendimiento del cultivo (Aragón, 2004).

En este trabajo el factor localidad fue significativo estadísticamente, destacándose la localidad RRGA con un promedio de 6.04 cm y en último lugar la localidad CEO con 5.38 cm (Tabla 3). Tomando en cuenta la longitud y ancho de hoja expresada en éste trabajo se puede decir que se encuentran fuera de la recomendación dada por Loáisiga (1990); quien sugiere que cultivares con porte manejable y buena cobertura de sol respecto al suelo son los que presentan largo de hoja entre 85 y 100 cm y ancho entre 7 y 9 cm.

### **3.2.3 Área foliar (AREFOL)**

Maya (1995); citado por López (1997); indica que al aumentar el área foliar, aumenta el rendimiento. Parsons (1987); citado por López (1997); concluye que la menor producción de área foliar es una forma común de reducir la pérdida de agua, sobre todo en ambientes relativamente secos.

Esta variable no mostró diferencias significativas para ninguno de los factores evaluados. Se consideró importante mencionar que las poblaciones presentaron un rango promedio comprendido entre 371.77 y 309.71 cm<sup>2</sup> (Tabla 3). Los datos obtenidos están dentro los que detallan Rodríguez y Salazar (1996); quienes reportan un rango promedio de 100 a 595 cm<sup>2</sup>, respectivamente.

**Tabla 3** Comparación de valores medios para las variables longitud de hoja (LONHOJ), ancho de hoja (ANCHOJ) y área foliar (AREFOL) en las localidades y poblaciones evaluadas.

		Longitud hoja (cm)	Ancho hoja (cm)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
Localidad	REGEN	60.83 ab	5.50 ab	334.25 a
	CEO	62.82 a	5.38 b	334.67 a
	RRGA	59.21 b	6.04 a	358.31 a
DHS		2.91	0.57	31.33
Población	A	56.21 b	5.60 a	309.71 a
	B	63.17 a	5.90 a	371.77 a
	C	61.76 ab	5.73 a	351.33 a
	D	60.10 ab	5.66 a	342.90 a
	E	61.80 ab	5.54 a	342.37 a
	F	61.21 ab	5.77 a	350.00 a
DHS		6.50	0.73	64.04

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey<sub>8</sub>=0.05)

### 3.4 Variables de la flor masculina

La inflorescencia masculina del teocintle se sitúa en la parte superior del tallo al igual que en el maíz.

La duración del día y la noche en cualquier época del año depende mucho de la latitud. Geográficamente a medida que se avanza del Ecuador hacia el polo norte los días son más largos en los meses de marzo a octubre y más cortos en los meses de noviembre a febrero (Rodríguez y Salazar, 1996).

La respuesta al fotoperíodo de las plantas, tiene que ver principalmente con el reposo de las yemas de plantas perennes y la producción de flores; por consiguiente en el crecimiento vegetativo en general (Rodríguez y Salazar, 1996).

#### 3.4.1 Inicio y plena floración masculina

Según Iltis & Benz (2000); citado por Benavides (2003); la floración masculina parece ocurrir a mediados de octubre y principios de noviembre y los frutos se obtienen a mediados de diciembre.

Benavides (2002); indica que el teocintle anual de Nicaragua responde al fotoperíodo, la floración ocurrió en octubre y noviembre, dichos meses presentan entre 11.20 y 11.30 horas luz respectivamente, de igual manera menciona que el

teocintle se puede establecer en los meses de abril a junio. El mismo autor, que la mayor cantidad de plantas en plena floración ocurre en la segunda semana de noviembre y ya en la tercera semana del mismo mes se observan muy pocas plantas sin panojas en su hábitat natural.

**Tabla 4** Inicio y plena floración para cada una de las poblaciones por localidades

Localidad	Estado Fenológico	A	B	C	D	E	F
REGEN	Siembra	Ago-25					
	Inicio de floración	Nov-24	Nov-22	Nov-24	Nov-24	Nov-25	Nov-24
	Completa floración	Nov 29	Nov 28	Nov 30	Nov 29	Nov 29	Nov 30
CEO	Siembra	Ago-11					
	Inicio de floración	Nov-7	Nov-14	Nov-10	Nov-14	Nov-10	Nov-14
	Completa floración	Nov 11	Nov 17	Nov 14	Nov 17	Nov 13	Nov 18
RRGA	Siembra	Jul-28					
	Inicio de floración	Nov 02	Nov 06	Nov 04	Nov 06	Nov 07	Nov 05
	Completa floración	Nov 05	Nov 09	Nov 08	Nov 07	Nov 09	Nov 08

La diferencia de floración entre las poblaciones fue mínima, ya que todas ellas iniciaron su floración entre los 92 y 95 días después de la siembra y la plena floración ocurrió en promedio 5 días después de dar inicio la floración (Tabla 4). Con estos resultados obtenidos se confirma lo expresado por Iltis & Benz (2000) y Benavides (2002); sobre la respuesta del teocintle anual de Nicaragua al fotoperíodo y su consecuente floración para los meses de octubre y noviembre.

### 3.4.2 Longitud de panoja (LONPAN)

La panoja es el órgano reproductor masculino del teocintle, la cual se ubica en la parte superior del tallo. La única función de la panoja consiste en producir grandes cantidades de polen para fecundar sus estructuras femeninas (MIDINRA, 1983).

La panoja presenta pares de espiguillas solamente en dos lados; cada espiguilla de la inflorescencia del teocintle contiene dos flores fértiles, que son masculinas y

posee en el racimo una cúpula delgada, angosta y difícil de distinguir (Iltis, 1983; citado por Rodríguez y Salazar, 1996).

Este descriptor de flor masculina no presentó significación estadística para ninguno de los factores evaluados. El rango promedio para éste fue de 25.76 a 28.93 cm (Tabla 5); el cual es similar al presentado por Rodríguez y Salazar (1997); quienes encontraron un rango de 16 a 36 cm de longitud de panoja y se ubicó por debajo de la media general (30 cm) reportada por Benavides (2003).

### **3.4.3 Longitud del pedúnculo (LONPED)**

La longitud del pedúnculo está controlada genéticamente, pero los factores ambientales como la deficiencia de agua pueden ejercer efectos pronunciados sobre ésta. La excesiva elongación del pedúnculo y peso de la panoja posibilita el quiebre de éste interfiriendo en la producción del polen (Aragón, 2004).

Según el análisis estadístico para esta variable, se observó que no existe significación para ninguno de los factores evaluados (Tabla 1); lo que apoya lo expresado por Aragón (2004).

El rango promedio en el presente trabajo estuvo comprendido entre 5.88 y 7.08 cm (Tabla 5); éste se encuentra dentro del reportado por Rodríguez y Salazar (1996); quienes encontraron valores promedios entre 11 y 5 cm de longitud del pedúnculo de la flor masculina del teocintle.

### **3.4.4 Número de ramas secundarias (NRASEC)**

La panícula está estructurada por eje central, ramas laterales primarias, secundarias y terciarias, además los valores de número de ramas secundarias pueden variar según su constitución hereditaria en primer lugar y en segundo las condiciones climáticas (López, 1997).

Ésta variable no mostró significación estadística para ninguno de los factores evaluados (Tabla 1). Los promedios encontrados oscilaron entre 5.04 a 5.56 ramas secundarias respectivamente (Tabla 5). Según Rodríguez y Salazar (1996);

el teocintle anual de Nicaragua tiene un rango de variación promedio de 6 a 15 ramas secundarias por panoja, valores que concuerdan con los que se presentan en este estudio.

**Tabla 5.** Comparación de valores medios para las variables longitud de la panoja (LONPAN), longitud del pedúnculo (LONPED) y número de ramas secundarias (NRASEC) en las localidades y poblaciones evaluadas.

		Longitud panoja (cm)	Longitud pedúnculo (cm)	Número ramas secundarias
Localidad	REGEN	27.67 a	5.55 a	5.30 a
	CEO	27.52 a	5.86 a	5.48 a
	RRGA	25.25 a	7.57 a	4.97 a
DSH		5.03	2.75	0.53
Población	A	28.93 a	6.73 a	5.04 a
	B	26.41 a	6.34 a	5.56 a
	C	27.14 a	6.86 a	5.04 a
	D	26.70 a	6.11 a	5.23 a
	E	25.76 a	5.88 a	5.11 a
	F	26.67 a	7.08 a	5.30 a
DSH		4.34	1.97	0.62

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey  $\alpha=0.05$ )

### 3.5 Variables de grano

#### 3.5.1 Peso de 100 granos (P100GR)

El peso de 100 granos permite calcular la cantidad que se debe emplear en la siembra, además está relacionado al tamaño de los granos que frecuentemente determina el vigor y la pureza varietal (Gómez, 1990; citado por Tercero y Torrez, 2004).

De acuerdo al análisis no se encontró diferencia significativa para ninguno de los factores evaluados (Tabla 1). El rango de peso estuvo comprendido entre 6.28 y 7.33 g (Tabla 6).

#### 3.5.2 Peso de la parcela útil (PEPAUT)

Esta variable es poco influenciada por el ambiente, ya que está ligada a caracteres estrictamente de cada variedad. Esto demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa productiva (Gadea & Altamirano, 2005).

De acuerdo al análisis estadístico, el peso de la parcela útil resultó ser un descriptor significativo para las localidades, donde sobresalió el ambiente RRGGA con el mayor valor promedio 564.54 g, seguido del CEO y REGEN con valores de, 509.15 y 387.08 g, respectivamente (Tabla 6).

**Tabla 6.** Comparación de valores medios para las variables peso de 100 granos (P100GR) y peso de la parcela útil (PEPAUT) en las localidades y poblaciones evaluadas.

		Peso de 100 granos (g)	Peso de parcela útil (g)
Localidad	REGEN	6.41 a	387.08 b
	CEO	6.36 a	509.15 a
	RRGA	7.29 a	564.54 a
DSH		1.89	64.98
Población	A	6.28 a	399.65 a
	B	6.50 a	506.77 a
	C	6.57 a	432.60 a
	D	7.29 a	498.72 a
	E	7.33 a	569.07 a
	F	6.71 a	513.97 a
DSH		2.48	249.3

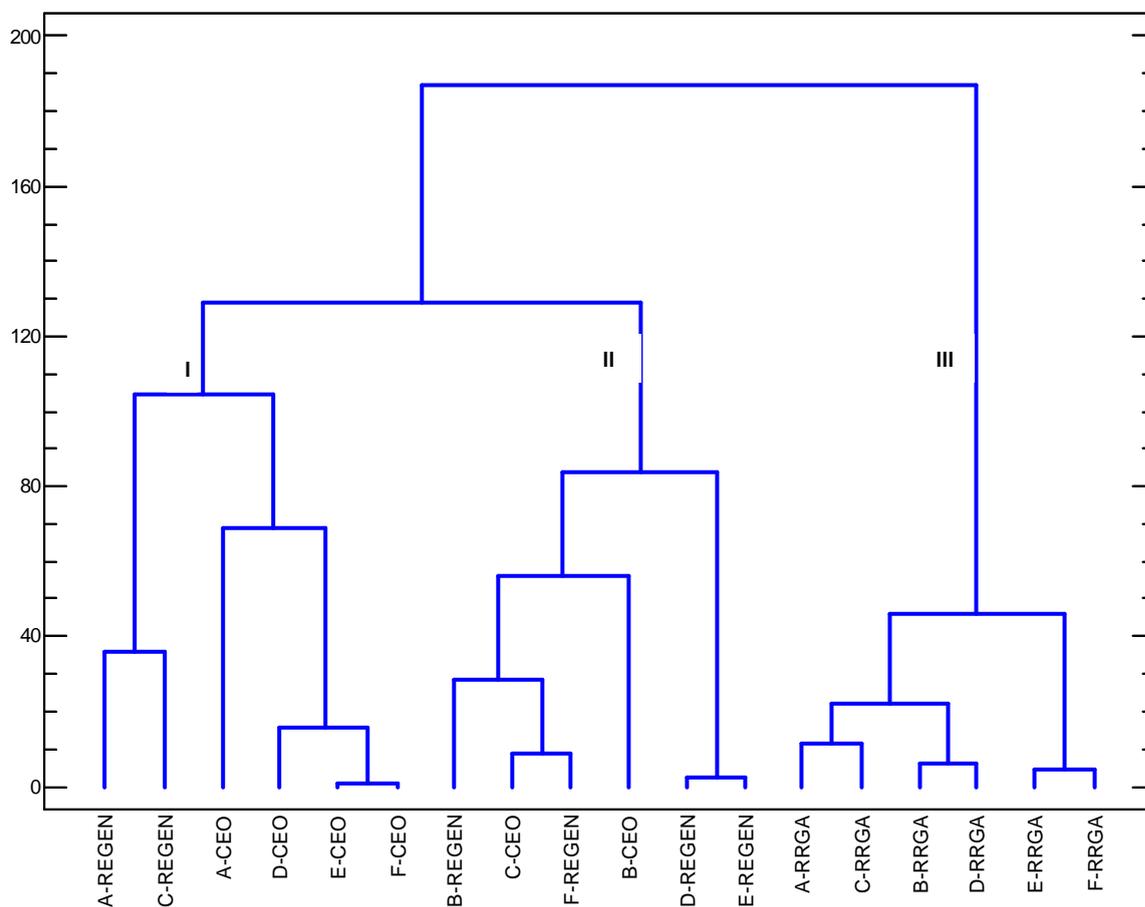
Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey  $\alpha=0.05$ )

### 3.6 Relación de los tratamientos conformados

El Análisis de Componentes Principales (ACP), aisló el 71 % de la variación general, y relacionó los tratamientos conformados a partir de las poblaciones de teocintles en las localidades evaluadas. Judez (1989); citado por Benavides (2003); argumenta que para una comparación apropiada de los tratamientos en este análisis, se necesita que los tres primeros componentes principales aporten el 70 % de la variación general en estudio.

Los tres primeros Componentes Principales (CP), explicaron el 36 %, 19 % y el 16 %, respectivamente. El primer CP explicó el 36 %, y sobresalen las variables: longitud del pedúnculo (16.72 %), ancho de hoja (14.21 %), diámetro menor (13.76 %) y la altura de la planta (13.62 %), totalizando el 58 % de la variación dentro del primer CP.

En cuanto al análisis de conglomerados, se lograron identificar tres grandes núcleos. En la Figura 4, se muestra el fenograma proveniente del análisis de conglomerados o análisis Cluster, el cual presentó resultados similares al ACP, ya que se formaron grupos más o menos definidos. Tomando como base una distancia de 120 (70.0 % de similitud) se logró identificar 3 grupos; los dos primeros núcleos (I y II) estuvieron integrados por las poblaciones de teocintle establecido en el CEO y en el REGEN, y el tercer grupo establecido en la RRGa. El conglomerado III fue representado en un 40 % por el teocintle establecido cercano a su hábitat natural (RRGA), y el 60 % por los conglomerados I y II, que mostraron característica similares y establecidos fuera de su hábitat.



**Figura 4.** Fenograma de teocintles establecidos en las tres localidades evaluadas utilizando el método UPGMA y la distancia euclidiana al cuadrado.

#### **IV. CONCLUSIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos en las condiciones en que se realizó el experimento se puede concluir lo siguiente:

- Los descriptores evaluados en las poblaciones de teocintle y en el factor localidad no lograron diferenciarse estadísticamente, con excepción de la altura de planta y longitud de hoja. Las poblaciones evaluadas no presentaron interacción con las localidades.
- El análisis de componentes principales indicó que las variables de mayor variación fueron la longitud del pedúnculo de la panoja, ancho de la hoja, diámetro menor y la altura de planta. Asimismo, el análisis Cluster aisló a la localidad de Apacunca (RRGA) de las otras localidades, presentando éstas últimas características similares.

## **V. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda incorporar más variables de crecimiento y desarrollo en los estudios sobre teocintle.
  
- Realizar análisis molecular a las seis poblaciones para determinar la relación genética existente.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAGÓN, E. M.** 2004. Efecto de cuatro densidades de siembra y tres niveles de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de grano del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* Monch.) variedad INTA-CNIA. TESIS Ing. Agro. UNA. Managua, Nicaragua.
- BENAVIDES, G. A.** 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. A.** 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. A.** 2004. Caracterización numérica de germoplasma de guanábana (*Annona muricata* L.) muestreado *in situ* en el Pacífico y Norte de Nicaragua. La Calera, año 2. N° 2. Revista de la UNA. Managua, Nicaragua. p. 29-35.
- ESPINOSA, F. A.** 2006. Informe de consultaría: Encuesta sobre la capacitación en fitomejoramiento y Biotecnología (en línea). Consultado 18 ene. 2007. Disponible en [http://72.14.203.104/search?q=cache:aQsBjln043Ij:apps3.fao.org/wiellws/docs/Nicaragua%2520Full%2520Report.pdf+centro+experimental+de+occidente&hl=es&gl=ni&ct=clnk&cd=11&lr=lang\\_es](http://72.14.203.104/search?q=cache:aQsBjln043Ij:apps3.fao.org/wiellws/docs/Nicaragua%2520Full%2520Report.pdf+centro+experimental+de+occidente&hl=es&gl=ni&ct=clnk&cd=11&lr=lang_es).
- GUTIÉRREZ, E.** 2000. Métodos estadísticos para las ciencias biológicas. Primera Edición. Heredia, Costa Rica. 175 p.

- GADEA, M. y R. ALTAMIRANO**, 2005. Evaluación agronómica de la variedad de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) CNIA-INTA bajo dos fuentes de fertilización nitrogenada en el municipio de San Ramón, Matagalpa. Tesis Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua.
- INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES (INETER)**. 2007. Datos climatológicos de Nicaragua.
- JUGERNHEIMER, W. R.** 1990. Variedades mejoradas métodos de cultivo y producción de semilla. 4ta impresión, Editorial Limusa S. A, México, D. F, México. 834 p.
- LOÁISIGA, C. H.** 1990. Caracterización y evaluación preliminar de 30 cultivares de maíz (*Zea mays* L.). Tesis Ing. Agr. ISCA. Managua, Nicaragua. p86.
- LÓPEZ, 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.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y FORESTAL (MAGFOR)**, 1999. Regionalización biofísica para el desarrollo agropecuario del departamento de Chinandega. Managua, Nicaragua. 162 p.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES (MARENA)**. 1999. Biodiversidad en Nicaragua: Un estudio de país. MARENA-PANIF. 1ra. Ed. 149 p.
- MARTÍNEZ, J. y D. LEAL**, 2001. Maíz y Teocintle Hermanos Incómodos (en línea). Lunes en la Ciencia. Consultado 17 Ene. 2007. Disponible en [http://www.jornada.unam.mx/2001/01/09/cien\\_maiz.html](http://www.jornada.unam.mx/2001/01/09/cien_maiz.html).

**MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y REFORMA AGRARIA**

**(MIDINRA).** 1983. Técnicas para la producción de maíz. Empresa Nicaragüense de ediciones culturales. Primera edición. Managua, Nicaragua.

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

**PONCE, E. y M. LEIVA,** 2007. Evaluación agronómica y uso eficiente de nitrógeno en 15 líneas de sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench) con dos niveles de fertilización nitrogenada en el municipio de Zambrano, Masaya. Tesis Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 59 p.

**REA, R. & DE SOUSA-VIEIRA.** 2001. Interacción genotipo x ambiente y análisis de estabilidad en ensayos regionales de caña de azúcar en Venezuela. (En línea). Consultado el 23 enero 2008. Disponible en <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/canadeazucar/cana1901/exto/rrea.htm>.

**RODRÍGUEZ, N. y W. SALAZAR,**1996. Caracterización y evaluación preliminar del teocintle anual (*Zea luxurians* D.) recolectado en la zona norte de Chinandega, Nicaragua. Tesis Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua.116 p.

**TERCERO, H. y O. TORREZ,** 2004. Evaluación de siete genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en época de primera y postrera en el año 2002 y 2003 en Chichigalpa, Chinandega. Tesis Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 41 p.