

Caracterización y evaluación *ex situ* de una población de teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz) recolectada en el norte de Chinandega, Nicaragua

Ing. M.Sc. Alvaro Benavides González
Alvaro.Benavides@una.edu.ni
Universidad Nacional Agraria
Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses

RESUMEN

Se realizó una caracterización y evaluación preliminar *ex situ* de una población de teocintle anual clasificado recientemente como *Zea nicaraguensis* por Iltis & Benz (2000), dicho germoplasma fue recolectado en el norte de Chinandega. Con el objetivo de conocer el comportamiento de esta especie se sembró el teocintle en todos los meses del año 1996 en el área experimental del REGEN (UNA). Para esto se estableció un Diseño Parcelas Divididas con dos bloques, ubicando en las parcelas pequeñas los tratamientos con y sin malezas en todo el ciclo de la planta. Se utilizaron estadísticos univariados y multivariados sobre 34 descriptores cuantitativos y 11 cualitativos. La investigación demostró que el teocintle de Nicaragua responde a los períodos de luz, la floración ocurrió en los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero, siendo estos los meses en que se realizó la caracterización *ex situ*. El ANDEVA realizado encontró diferencias estadísticas en la mayoría de los caracteres cuantitativos (meses y tratamientos). La altura de planta varió de 1 a 5 metros; asimismo se obtuvieron promedios entre 10 y 300 "espigas" y entre 600 y 1500 semillas por plantas, los mayores valores se presentaron en la siembra de marzo, abril, mayo y junio en ambos tratamientos, estos fueron los períodos en donde hubo un mayor desarrollo de las plantas. Los caracteres de semilla no se vieron afectados por el ambiente (4-6 cariósipos por "mazorca", 7-10 milímetros de longitud, grosor de 3-6 milímetros y ancho de semillas de 3-5 milímetros). El análisis de Componentes Principales determinó que los tres primeros componentes aportan el 83 % de la variación. El primer componente retuvo el 58 % de variación total y quedó conformado por caracteres de inflorescencia, altura de planta, caracteres de hoja, número de entrenudos, número de semillas por planta, número de tallos laterales y altura al primer entrenudo con "espigas". Se identificaron tres grupos bien definidos mediante el análisis de Conglomerados (Ward's). Los meses de Marzo y Abril conformaron el primer Cluster. Los meses de Mayo, Junio y Julio establecieron el segundo núcleo, lo cual indica comportamiento similar para los tratamientos

evaluados. El tercer grupo lo integraron los meses de Agosto y Septiembre con malezas.

Palabras claves: Caracterización y evaluación *ex situ*, teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz), ANDEVA, análisis cluster, componentes principales.

Abstract

A preliminary *ex situ* characterization and evaluation of annual teocinte recently classified as *Zea nicaraguensis* by Iltis and Benz (2000) was performed. The germplasm was collected in northern Chinandega. In order to determine the behavior of this teocinte, seeds were planted in experimental plots every month along the year 1996 at REGEN-UNA. The experiment was set up in a split plot design with two blocks, the main factor was weed effect (weeded and unweeded) during the plant cycle. Univariate and multivariate statistical analysis over 45 qualitative and quantitative descriptors were carried out. It was demonstrated that teocinte in Nicaragua respond to photoperiod. Flowering occurred during the months of October, November, December and January. According to ANOVA test there were statistical differences in most of the quantitative characters. Plant height varied from 1 to 2 meters, ears number had averages from 10 to 300 with 600 to 1500 seeds per plant. The highest average values were observed during the months of March, April, May and June in both treatments. Seeds (caryopses) characters were not affected by environmental factors. It was observed a number of 4 to 5 seeds per ear, seed length of 7 to 10 mm, seed width of 3 to 6 mm. The first main components, retained 58 % of total variation and were conformed by characters such as inflorescence, plant, leaf size, number of internodes and seeds per plant, as well as the number of lateral stems and height of the first internode to the ear. Two well defined groups were identified using Ward's cluster analysis. The months of March and April conformed the first group, and the months of April, June and July formed the second group, which indicate a similar behavior for the treatments examined. The third group was integrated by the months of August and September weeded.

Key Words: *Ex situ* characterization and evaluation, teocinte (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz), ANOVA, cluster analysis.

INTRODUCCION

La variabilidad genética de una especie en una región determina su centro de origen, esta variación representa el reservorio genético para el mejoramiento de plantas (Azurdia, 1994). Considerando que el maíz tiene su origen en el área mesoamericana (Miranda, 1977) son de vital importancia las especies silvestres que se encuentran emparentadas con este cultivo y que son amenazadas por el proceso de erosión genética; una de estas especies es el teocintle.

Wilkes (1977), determinó que existen cuatro razas de teocintles en México y dos en Guatemala, Una de las razas de Guatemala es conocida como *Zea luxurians* (Durie & Ascherson) Bird (Bird, 1978), esta última especie también se encuentra en Honduras y Nicaragua (Randolph, 1976; Rodríguez *et al.* (1996).

En 1989 Rhuskra localizó una población de teocintle al norte de Chinandega (Nicaragua), y en 1991 Iltis, Benz y Grijalva realizaron colecta del material y lo clasificaron tentativamente como *Zea luxurians*; estudios realizados por Doebley determinaron que podría ser otra subespecie o una especie dentro del género *Zea* (Bird, 2000). Después de realizar estudios Iltis y Benz (2000) lograron concluir que el teocintle anual de Nicaragua presentaba característica geográficas, caracteres de inflorescencia masculina y caracteres citológicos que hacían posible su clasificación y lo denominaron *Zea nicaraguensis* Iltis & Benz.

Las futuras investigaciones que se realicen sobre esta nueva especie de teocintle encontrada en Nicaragua son de vital importancia para los investigadores de todo el mundo; por consiguiente este trabajo se planteó los siguientes objetivos: Determinar los períodos floración masculina y femenina, y respuesta al fotoperíodo durante los meses del año con y sin malezas, mediante la caracterización *ex situ*, y evaluar el comportamiento de las variables cualitativas y cuantitativas durante los meses del año con y sin malezas. Determinar los períodos de establecimientos del teocintle que presenten similitud y aporte de la variación en descriptores estudiados, mediante estadísticos multivariados.

REVISION BIBLOGRÁFICA

Maíz y teocintle

Los diferencias entre el maíz y el teocintle anual son numerosos, y los híbridos de éstos se distinguen fácilmente. En México y Centroamérica los teocintles son similares, pero difieren en las características de la inflorescencia masculina, así como de característica citogenética y geográficas (Bird, 1978). Según este autor, la discusión y clasificación más completa sobre teocintles fue realizada por Wilkes (1967, 1977) y Kato (1976). Wilkes describió seis razas de teocintles,

cuatro en México (razas Nobogame, Central Plateau, Chalco y Balsas) y dos en América Central (razas Huehuetenango y Guatemala). Otros investigadores clasifican a los teocintles según sus criterios (Smith *et al.*, 1981); el teocintle de Guatemala y la raza Chalco de México como *Zea Luxurians* (Durie & Ascherson) Bird (Bird, 1978); la raza Central Plateau y Nobogame (*Zea mays* ssp. *mexicana* (Schraeder) Iltis), y las razas Balsas y Huehuetenango (*Zea mays* ssp. *parviglumis* Iltis & Doebley), (Doebley, 1990). Bird (2000), estudió muestras del teocintle de Nicaragua y concluyó que las plantas que diferían de *Zea luxurians* (Durie & Ascherson) Bird.



Figura 1. Comparación de teocintle y maíz mejorado.

El teocintle anual de Nicaragua

En la zona de Villanueva, Chinandega, los pobladores relatan que el teocintle existía desde hace muchas décadas y que en algunas zonas ya no se le encuentra, el ganado y la quema lo hicieron desaparecer. Los nombres más conocidos son: maíz de playa, maicillo, maíz silvestre, teocintle, teosinto y teosinte. El nombre de maíz de playa se debe principalmente al gran parecido que tiene esta planta con el maíz y seguramente porque crece a la orilla de las muchas lagunas existentes y, en los lugares bajos cuando los ríos se desbordaban, así como el estero hasta donde llegaban las aguas del Golfo de Fonseca en invierno. En esta zona los campesinos hacen quemadas en las rondas y el fuego es trasladado por los fuertes vientos; en algunos casos el estiércol de ganado ya seco, toma fuego y pasa días quemándose sobre la superficie, entonces las semillas de teocintle que se encuentra entre arcilla y estiércol no logran germinar (Benavides y Loáisiga, 1997).



Figura 2. Espiga del teocintle anual de Nicaragua (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ).



Figura 3. Frutos cariósperidos del teocintle anual de Nicaragua (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ).

Características del habitat

La población de teocintle de mayor importancia es la de Apacunca, en esta área la vegetación es exuberante y verde, no hay penetración en invierno y sólo en bestia se puede recorrer el lugar, el fango es muy profundo y los animales de carga se ahogan, la región se caracteriza por presentar bosques y pastizales naturales, jícaros, bambúes, papaturros, entre otros. La fauna silvestre sobre la orilla del río está conformada por garzas blancas, piches y patos; sobre los árboles: zopilotes, garrobos y otros reptiles. El suelo es arcilloso y se observan grietas de hasta 20 cm de ancho. En el invierno estos suelos se inundan por el desborde suave de los ríos y, es cubierto por una lámina de unos 20-25 centímetros de altura, proporcionándole a la semilla el ambiente ideal para su

germinación y dispersión en el área. En el habitat natural las plantas de teocintles sirven de tutores a las especies rastreras (pastes) y leguminosas. Algunos tallos forman diferentes ángulos con la superficie del suelo debido al volcamiento que presentan las plantas y a la alta competencia por luz; también se observa el gran número de raíces adventicias (secundarias) que le ayudan a su sostén a más de 30 cm sobre la superficie del suelo, indicios de que la planta crece sobre una lámina de agua. A escasamente unos metros de este reducto, el ganado bobino se alimenta libremente, aumentando el peligro de extinción de la especie (Benavides & Loáisiga, 1997).



Figura 4. Situación en que se encuentran los teocintles en Mesoamérica. Adaptado de Wilkes (1977).

MATERIALES Y MÉTODOS

Establecimiento del Experimento

Se utilizó germoplasma de teocintle (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz) del Banco de Semilla del REGEN, proveniente de Apacunca (12° 53' 56" Latitud Norte, 86° 58' 59", Longitud Oeste y 10 msnm), Villanueva, Chinandega. El teocintle anual se estableció desde Enero (1995) a Enero 1997. Se utilizó un Diseño en Parcelas Divididas con 2 repeticiones; en la parcela grande se ubicaron los meses (A) y en las pequeñas los tratamientos (B) sin malezas (SM) y con malezas (CM). La labranza convencional se realizó la primera semana de cada mes (previo tratamiento a la semilla) en el REGEN (12° 08' 00", 86° 10' 00" y 60 msnm), y a los 15-20 días de cada mes emergieron las plántulas. En el experimento se usaron parcelas de 6 surcos de 5 metros de largo y se dejó una distancia de 0.80 metros entre hileras. Las parcelas se ubicaron de forma continua y se dejaron 2 metros entre bloques. Se sembraron 3 semillas por golpe y se dejó una plántula cada 0.60 metros. La parcela útil fueron los dos surcos centrales dejando 50 centímetros en los extremos. En ningún momento se aplicó fertilización y pesticidas, pero se adicionó riego cuando las condiciones lo requerían. El deshierbe se realizó con azadón hasta que el tamaño de la planta lo

permitió. En el tratamiento con malezas no se realizó ningún tipo de control. Las malezas predominantes fueron zacate chompipe (*Ixophorus unisetus* L.), siempre viva (*Commelina difusa*) y zacate invasor (*Sorghum halapense*). La cosecha se efectuó en Diciembre (1996) y Enero (1997).

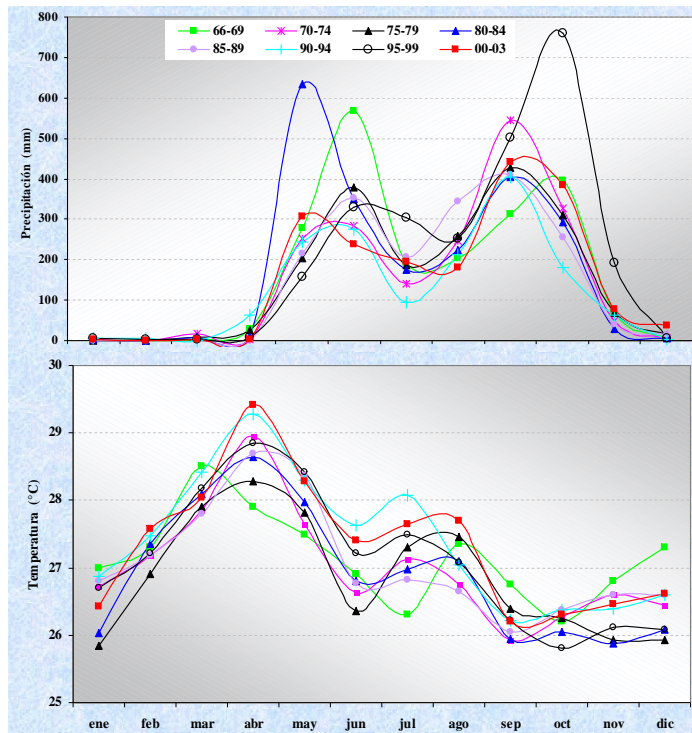


Figura 5. Comportamiento de la precipitación y temperatura mensual en diferentes períodos (1966-2003) del departamento de Chinandega. INETER, 2003.

Variables evaluadas

Las plantas establecidas en Enero y Febrero no pudieron evaluarse por el fuerte acame que sufrieron, y las plantas provenientes del mes de Octubre no se midieron debido a que no lograron desarrollarse por completo, por lo tanto sólo se caracterizaron plantas provenientes de Marzo hasta Septiembre. La información se extrajo de la parcela útil tomando al azar 15 plantas. Se determinaron de floración: Período a y de floración (% y &), Inicio y fin de derrame de polen. En estos momentos se midieron las siguientes variables.

1. Número de hojas (NUMHO). El recuento se realizó en el tallo principal
2. Número total de entrenudos (NUMENT). Medidos en el tallo principal
3. Altura de planta (ALTPLA). Medido en cm en el tallo principal
4. Número de entrenudos que presentan tallos laterales con espigas (NUMEMZ)
5. Altura al primer entrenudo con espigas (ALTPEN) Medido en cm en el tallo principal
6. Diámetro del tallo basal (DIATBA). Medido en mm en el tallo principal

7. Diámetro del tallo medio (DIATME). Medido en el primer entrenudo en mm
 8. Número de hijos (NHIJOS). Los hijos que emergen sobre la superficie del suelo
 9. Número de tallos laterales (NTALA). Los tallos o ramas que emergen de los entrenudos
 10. Longitud de hoja (LHOJA). Medido en el primer entrenudo que presentan espigas en cm
 11. Diámetro de hoja (DHOJA). Medido en el primer entrenudo que presentan espigas en cm
 12. Área de hoja (AHOJA). Obtenido del producto $LHOJA * DHOJA * 0.75$
 13. Longitud del pedúnculo de panoja (LONGPP). Medido desde el último nudo del tallo principal hasta el punto donde comienza el eje central de la panoja en cm
 14. Longitud del eje central de panoja (LONGEP). Medido después de LONGPP en cm
 15. Longitud de la panoja (LONGPA). Medido después de LONGPP en cm
 16. Número de ramas primarias en panoja (NRAMAP). Medidas en tallo principal
 17. Número de ramas secundarias en panoja (NRAMSP). Medidas en tallo principal
 18. Número de ramas en panoja. Medidas en tallo principal
 19. Longitud del pedúnculo de mazorca (LONGPM). Medidos en mm
 20. Longitud de mazorca (LONGMZ). Medidos en mm
 21. Longitud de las brácteas en mazorca (LONGB). Medidos en mm
 22. Número de espigas por planta (NUMZP). Medidas en toda la planta
 23. Número de semillas por espigas (NSEMZ). Medidas en toda la planta
 24. Número de semillas por plantas (NUMSEP). Medidas en toda la planta
 25. Peso de 1000 semillas (P1000S). Peso en gramos
 26. Longitud de semilla (LONGSE). Medidos en mm
 27. Grosor de semilla (GROSE). Medidos en mm
 28. Ancho o Diámetro de semilla (ANCHOS). Medidos en mm
 29. Rendimiento por planta. Peso en gramos
- Las variables del 1 al 12 se midieron en período a floración, las del 13 al 18 en el período de floración (Octubre, Noviembre y Diciembre) y las restantes variables en la época de cosecha (Diciembre y Enero).

Análisis estadístico

Las variables evaluadas fueron objeto de un ANDEVA, estadísticos descriptivos y análisis multivariados: Análisis de Agrupamientos (AA) y Análisis de Componentes Principales (ACP). Se utilizó SAS, Minitab y SPSS en los análisis estadísticos y resultados. El AA fue utilizado para encontrar la mejor

manera de describir las semejanzas mutuas entre las unidades (meses) separando en grupos preliminares definidos. Para AA se empleó el método Ward, el resultado final se presenta en forma gráfica (dendrograma). Con respecto al ACP, este es una técnica que permite reducir el conjunto de P variables correlacionadas a un conjunto menor no correlacionadas denominados Componentes Principales, esto son combinaciones lineales de las variables originales, capaces de retener gran cantidad de información suministrada por las variables originales (Castro, *et al.*, 1993).

RESULTADOS Y DISCUSION

Floración y fotoperíodo en el teocintle anual de Nicaragua

El teocintle anual de Nicaragua al establecerse en los meses de Enero a Junio la floreció en los meses de Octubre y Noviembre. Las plántulas emergidas en Julio y Agosto florecieron en todo el mes de Noviembre, la floración de Septiembre y Octubre se obtuvo en Diciembre. La cosecha se llevó a efecto en Diciembre y Enero.

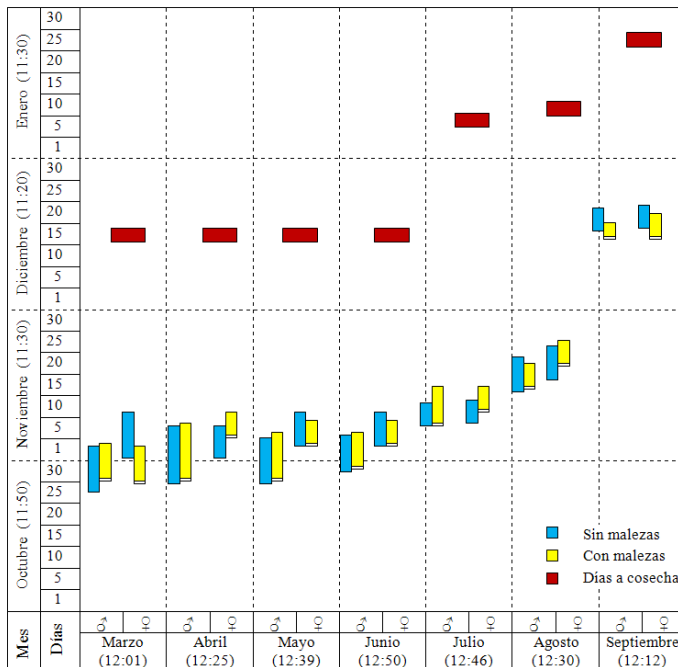


Figura 6. Períodos de floración y cosecha del teocintle anual de Nicaragua (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ) con y sin malezas establecido en siete meses. Entre paréntesis las horas luz, INETER, 1996.

Las plantas que responden al período de luz necesitan alcanzar una madurez para detectar el estímulo de la duración del día y temperatura (Bernin, 1988). El período de floración y derrame de polen fue mayor cuando se manejó el teocintle sin malezas, resultado similares obtuvieron Canales y Miranda (1984), al evaluar una población recolectada en el Valle de Chalco, México. Es muy seguro que las poblaciones de

teocintle no se pueden establecer antes del mes Abril ni después del mes de Agosto en su hábitat debido a las condiciones ambientales de la zona. Según Iltis y Benz (2000) la floración masculina es a mediados de Octubre y principio de Noviembre, y los frutos se obtienen maduros a mediados del mes de Diciembre. Estudios de fotoperíodo han sido realizados por Bird (2000).

Característica de tallo y hoja

La altura de planta esta influenciada por diferentes factores, tales como: humedad, temperatura y la competencia de malezas (López & Galeato, 1982). Los descriptores de tallo fueron muy variables y dependieron del mes de establecimiento (Tabla 1). Se obtuvieron plantas de 1 hasta 5 metros de altura, las mayores alturas de plantas se midieron cuando el teocintle se mantuvo sin malezas. La altura al primer entrenudo con espigas varió conforme varió la altura de planta. En su hábitat natural, el teocintle puede llegar a tener de 3 a 6 metros de altura (Figura 7) y de 3 a 5 centímetros el diámetro del tallo (Benavides & Loaísiga, 1997).



Figura 7. El teocintle anual de Nicaragua (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ) en su hábitat natural en la Reserva de Apacunca, Chinandega.

En el maíz la distinción de los hijos y el tallo principal es fácil de distinguir, en cambio en el teocintle los hijos casi no se distinguen (Benz, 1990). El número de

hijos, tallos laterales y área foliar varío en los diferentes meses de establecimiento y tratamientos. El mayor número de hijos se presentó cuando las plantas de teocintle estuvo sin malezas (Tabla 1). Miranda (1977), observó este comportamiento en una población de teocintle de México. Al no existir competencia con las malezas, las plantas de teocintle

reciben más luz, nutrientes, humedad y espacio, lo que favorece el ahijamiento (Bellido, 1991). El área de lámina foliar resultó ser muy significativa cuando se evaluó en los diferentes meses y tratamientos, los meses de Agosto y Septiembre, presentan las menores áreas foliares, tanto con malezas y sin ellas (Tabla 1).

Tabla 1. Significancia estadística de descriptores de tallo y hoja para las fuentes de variación estudiadas en el teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz).

Mes	NUMENT		DIATBA		NHIJOS		NTALA		AHOJA	
	SM	CM	SM	CM	SM	CM	SM	CM	SM	CM
Mar	25.3	18.4	19.8	13.9	6.7	0.3	3.2	4.8	475.1	445.0
Abr	22.4	23.2	20.4	19.0	6.3	1.2	2.2	7.5	519.4	540.7
May	19.6	15.2	20.3	12.8	5.6	0.0	2.4	1.8	522.4	365.8
Jun	18.4	16.2	21.1	17.8	6.7	0.2	1.7	5.0	472.1	464.2
Jul	14.7	12.2	20.1	14.9	6.0	0.4	1.0	0.9	437.4	281.2
Ago	13.2	9.5	18.3	11.3	5.4	0.0	0.6	0.1	406.4	198.5
Sep	11.3	8.4	18.2	10.5	5.7	0.1	0.0	0.0	280.8	133.8
REP.	NS		NS		NS		NS		NS	
MES (A)	**		*		*		**		**	
TRA. (B)	**		**		**		*		**	
MES*TRA	NS		NS		NS		**		NS	
CV (a) %	5.146		11.310		8.901		20.130		8.589	
CV (b) %	6.232		9.765		16.626		13.203		8.161	
R ²	0.963		0.949		0.973		0.976		0.951	

Medias con letras semejantes no difieren estadísticamente (LSD, $\alpha = 0.05$)

NS = No significativo, * ** = Significativo a los niveles de $\alpha = 0.05$ y $\alpha = 0.01$, respectivamente

Tabla 2. Significación estadística de descriptores de panoja para las fuentes de variación estudiadas en el teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz).

Mes	LONGPA		LONGEP		LONGPP		NRAMAP		NRAMSP	
	SM	CM	SM	CM	SM	CM	SM	CM	SM	CM
Mar	31.1	32.3	8.8	8.9	22.5	24.6	13.9	12.1	7.9	7.1
Abr	30.6	31.9	9.0	10.3	21.5	21.3	12.7	12.8	7.9	9.8
May	30.3	28.3	8.8	7.3	21.5	21.0	14.2	10.4	8.5	4.9
Jun	28.9	32.4	8.2	8.5	20.7	23.9	12.8	12.9	7.7	6.8
Jul	26.7	26.6	8.2	5.7	18.5	21.0	13.9	9.7	7.7	3.2
Ago	22.1	20.9	7.3	3.6	14.8	17.0	13.4	7.2	6.4	1.6
Sep	18.0	17.7	6.9	3.7	13.0	14.0	12.7	8.0	6.1	2.0
REP.	NS		NS		NS		NS		NS	
MES (A)	**		*		**		NS		NS	
TRA. (B)	NS		*		*		**		*	
MES*TRA	NS		NS		NS		*		NS	
CV (a) %	8.069		13.939		4.754		5.345		15.794	
CV (b) %	8.207		14.748		8.421		5.077		18.087	
R ²	0.956		0.962		0.985		0.936		0.857	

Medias con letras semejantes no difieren estadísticamente (LSD, $\alpha = 0.05$)

NS = No significativo, * ** = Significativo a los niveles de $\alpha = 0.05$ y $\alpha = 0.01$, respectivamente

Característica de Inflorescencia masculina (panícula o panoja)

La longitud de panoja y el número de ramas en la inflorescencia masculina del teocintle anual de Nicaragua difieren de los de Guatemala y México, siendo estas variables características básicas para

clasificar al teocintle de Nicaragua como *Zea nicaraguensis* Iltis & Benz.

En este experimento la panoja presentó longitudes de hasta 50 centímetros en las plantas de gran altura (5 metros), esta longitud resultó ser significativo sólo en los meses, no así en los tratamientos (Tabla 2). Iltis y Benz (2000), reportan valores de 23-32 centímetros de longitud

en panoja y eje principal de 25 centímetros superando a *Zea Luxurians* de Guatemala (12-24 centímetros). En la tabla 2 se puede observar que los valores obtenidos en Agosto y Septiembre se encuentran entre 18 y 22 centímetros de longitud, tanto con malezas y sin ellas.

Características de mazorca (espiga)

La inflorescencia femenina del teocintle, consiste en 2 hileras de pares de espiguillas que nacen en una cavidad formada en su segmento de raquis llamado copilla, cavidad que esta cerrada por la gluma inferior endurecida, esta capa dura es la que cubre por completo la cariopsis (Miranda, 1977). La longitud del pedúnculo (LONGPM), longitud de mazorca (LONGMZ) y longitud de brácteas (LONGBR) no variaron estadísticamente en cuanto a maleza se refiere, pero sí hubieron diferencias estadísticas en los diferentes meses en

que se estableció el teocintle. El número de espigas por planta y, semillas por planta difieren estadísticamente (Tabla 3). El mayor número de espigas por planta lo presentó el tratamiento sin malezas, esto debido a que el teocintle no tenía competencia con otras especies. Los menores valores existieron en los últimos meses de establecimiento. Algunas plantas lograron producir más de 700 espigas. Miranda (1977), evaluando el teocintle de Chalco, obtuvo promedios de 11.43 y 28.54 espigas por planta, con malezas y sin malezas, respectivamente; esta producción es inferior a la obtenida en la evaluación del teocintle de Nicaragua (Tabla 3). La longitud, grosor y diámetro de la semilla no presentaron diferencias estadísticas en las fuentes de variación estudiadas (Tabla 4).

Tabla 3. Significación de descriptores de espiga para las fuentes de variación estudiadas en el teocintle anual (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ).

Mes	LONGPM		LONGMZ		LONGB		NUMZP		NSEMZ	
	SM	CM	SM	CM	SM	CM	SM	CM	SM	CM
Mar	1.9	2.3	4.0	4.7	6.1	7.1	248.4	107.7	5.2	5.4
Abr	1.7	1.7	3.9	3.9	5.6	5.5	300.6	179.7	5.4	5.2
May	1.6	1.5	3.8	3.9	5.4	6.0	225.5	57.2	5.3	5.1
Jun	1.8	1.8	3.7	3.7	5.6	5.5	238.2	108.6	5.5	5.4
Jul	1.9	2.0	3.7	4.1	5.7	6.1	188.2	51.9	5.5	5.9
Ago	1.8	1.7	3.7	3.6	5.6	4.8	125.4	15.9	5.5	5.4
Sep	1.7	1.4	3.5	3.1	5.1	4.5	120.2	11.8	5.4	4.9
REP.	NS		NS		NS		NS		NS	
MES (A)	*		**		**		**		**	
TRA. (B)	NS		NS		NS		**		**	
MES*TRA	NS		NS		*		NS		NS	
CV (a) %	9.214		3.105		4.951		16.362		1.299	
CV (b) %	10.902		5.077		5.881		21.129		1.618	
R ²	0.844		0.928		0.931		0.930		0.849	

Medias con letras semejantes no difieren estadísticamente (LSD, $\alpha = 0.05$)

NS = No significativo, * ** = Significativo a los niveles de $\alpha = 0.05$ y $\alpha = 0.01$, respectivamente

Con respecto al número de semillas por espiga, este carácter tuvo significancia estadística en los meses y tratamiento. El número varió de 4 a 8, con mayor frecuencia se encontraron espigas con 5 a 6 semillas. Bird (1978), reporta que los teocintles de América Central presentan promedios de 6.3-6.5 semillas por mazorca contra

promedios de 7.3-9.7 para la raza Balsas y 10.2-12.8 para la raza Chalco. Miranda (1977), obtuvo promedios de 8.4 y 10.3 semillas por espigas, con malezas y sin maleza, respectivamente; en cambio Canales y Miranda (1984), estudiando la raza Chalco reportan promedios de 6.16 y 5.72 semillas por espigas, con malezas y sin malezas, respectivamente.

Tabla 4. Significación de descriptores de semillas para las fuentes de variación estudiadas en el teocintle anual (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ).

Mes	NUMSEP		P1000S		LONGSE		GROSE		ANCHOS	
	SM	CM	SM	CM	SM	CM	SM	CM	SM	CM
Mar	1242.0	538.5	80.2	84.1	8.3	8.9	3.4	3.7	4.4	4.4
Abr	1462.5	898.5	80.2	89.2	9.3	8.9	3.5	3.6	4.7	4.5
May	1126.5	286.0	88.4	88.1	9.3	8.7	3.5	3.8	4.5	4.2
Jun	1192.5	543.0	87.6	96.7	8.8	8.8	3.6	3.5	4.5	4.5
Jul	940.5	259.0	81.8	87.0	8.9	8.7	3.5	3.6	4.5	4.5
Ago	626.5	79.5	85.0	77.2	8.8	9.0	3.7	3.7	4.7	4.7
Sep	601.0	56.5	75.3	73.6	8.4	8.3	3.4	3.1	4.4	3.9
REP.	NS		NS		NS		NS		NS	
MES (A)	**		**		NS		NS		NS	
TRA. (B)	**		**		NS		NS		NS	
REP*TRA	NS		**		NS		NS		NS	
CV (a) %	16.811		0.206		4.946		7.347		6.638	
CV (b) %	21.383		0.228		6.472		3.878		4.767	
R ²	0.926		0.998		0.618		0.903		0.842	

Medias con letras semejantes no difieren estadísticamente (LSD, $\alpha = 0.05$)

NS = No significativo, * ** = Significativo a los niveles de $\alpha = 0.05$ y $\alpha = 0.01$, respectivamente

Con respecto al número de semillas por espiga, este carácter tuvo significancia estadística en los meses y tratamiento. El número varió de 4 a 8, con mayor frecuencia se encontraron espigas con 5 a 6 semillas. Bird (1978), reporta que los teocintles de América Central presentan promedios de 6.3-6.5 semillas por mazorca contra promedios de 7.3-9.7 para la raza Balsas y 10.2-12.8 para la raza Chalco. Miranda (1977), obtuvo promedios de 8.4 y 10.3 semillas por espigas, con malezas y sin maleza, respectivamente; en cambio Canales y Miranda (1984), estudiando la raza Chalco reportan promedios de 6.16 y 5.72 semillas por espigas, con malezas y sin malezas, respectivamente.

Análisis multivariado

Para determinar la relación entre los diferentes meses con y sin malezas se utilizó análisis de conglomerados (Cluster) para agrupar los meses de mayor similitud; y análisis de componentes principales (Pricom) para discriminar variables.

El análisis Cluster realizado a las variables obtenidos a partir del tratamiento con malezas conformaron 3 grupos bien definidos. El primer grupo quedó establecido por Marzo y Abril; Mayo, Junio y Julio el II grupo; y el 3er. Grupo lo conformaron Agosto y Septiembre. Los dos primeros grupos están organizados en un mismo núcleo, lo que indica similitud en el comportamiento de variables, asimismo Agosto y

Septiembre se aislaron por completo. En el hábitat natural del teocintle es posible que se establezca en Abril, Mayo, Junio o Julio. El dendrograma conformado por los tratamientos tiene comportamiento similar cuando se analiza independiente el control de malezas. Se identificaron 3 grupos que presentan características similares. El teocintle establecido en Marzo y Abril (Cluster I) tiene similitud cuando se evaluaron en Noviembre y Diciembre. Los meses de Agosto y Septiembre con malezas conformaron el Cluster III (Figura 8). En cuanto a la ordenación de los componentes principales, las variables de hoja y tallo, número de ramas en la panoja y número de semillas fueron las de mayor correlación en este estudio, las cuales aportan el 58 % de variación. Las variables propias de semillas fueron las que aportaron menor variación, siendo poco influenciadas por factores ambientales (Tabla 5).

La información retenida por los tres primeros componentes (porcentaje de variación total) fue del 73 % (Figura 9).

Los componentes principales al igual que el análisis de conglomerados también ayudan a relacionar la similitud y diferencia de los tratamientos evaluados.

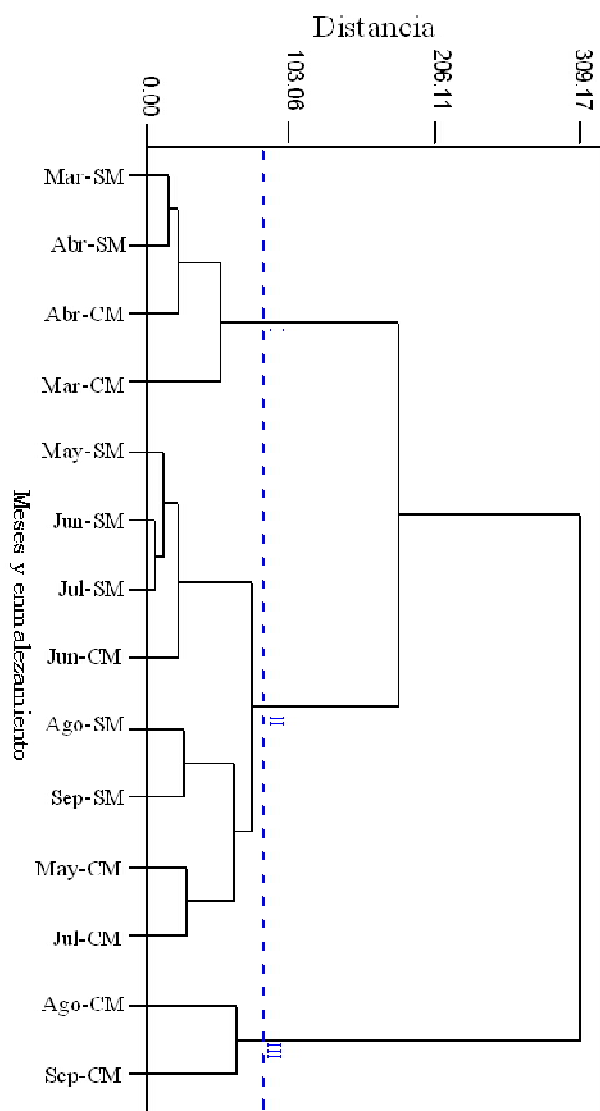


Figura 8. Dendrograma de una población de teocintle anual (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ) evaluado con malezas (CM) y sin malezas (SM) durante siete meses y caracterizado *ex situ* durante los meses de Noviembre y Diciembre utilizando 34 variables fenotípicas.

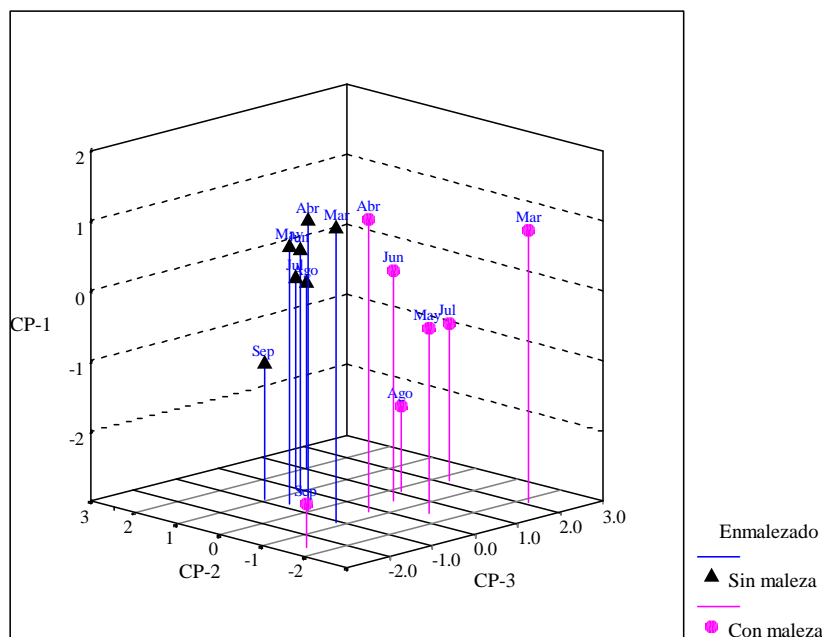


Figura 9. Representación tridimensional de los primeros componentes principales de la caracterización *ex situ* del teocintle anual (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ) establecido en siete meses bajo enmalezamiento utilizando 34 variables.

Tabla 5. Porcentajes de información retenida por los Componentes Principales en una población de teocintle anual (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ), evaluado durante siete meses con y sin malezas.

Comp. Principal	Variación (%)	Variación acumulada (%)	Variables discriminantes (aporte descendente)
CP-1	58	58	AHOJA, NUMENT, LHOJA, ALTPLA, DHOJA, DIATBA, NRAMAP, LONGPA, ALTPEN, NUMSEP, NUMZP.
CP-2	15	73	NHIJOS, NUDPM, DIATAB, ASEMI.
CP-3	10	83	GROSEM, NSEMAZ, LONGPM.
CP-4	6	89	LONGEP, LONGS.
CP-5	4	93	P1000S.

CONCLUSIONES

- La planta de teocintle responde al fotoperíodo. El período de floración y de derrame de polen se incrementa cuando el teocintle se mantiene sin malezas
- El teocintle extendió la floración desde Octubre, Noviembre y Diciembre, independientemente del mes de establecimiento: de Marzo a Junio en Octubre, Julio y Agosto en Noviembre, Septiembre y Diciembre. La cosecha se obtuvo en Diciembre y Enero.
- La longitud de panoja, longitud de pedúnculo de mazorca, longitud de mazorca y brátea no varían su comportamiento con y sin malezas, pero si en los meses de establecimiento.
- El número de semillas por mazorca varió tanto en los meses como en los tratamientos se encontraron de 4 a 10, siendo mayor el número de semillas en el tratamiento sin malezas.
- Las dimensiones de la semilla no varió en los meses y tratamientos evaluados, se obtuvieron longitud de semilla de 7-10, grosor de 3-6 y 4-6 milímetros para el diámetro de Semilla.
- Las características de panoja, altura de planta, ayudan a diferenciar claramente al Teocintle de Nicaragua de otros teocintles luxuriantes.
- Los resultados obtenidos hacen suponer que el teocintle se establece en los meses de Abril, Mayo, Junio o Julio en su hábitat natural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abadie, T. J.R. Magalhaes, C.M. Coruro, S.N. Parentoni & R.V. de Andrade, 1997. Obtenga y tratamiento analítico de datos para organizar ___ nuclear de milho No. 20, p. 1-8. EMBRAPA

Benavides G.A., C. H. Loáisiga. 1997: Informe de Prospección y Recolección del Teocintle

anual en la Región de Villanueva, Apacunca, 6pp. REGEN, UNA

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

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

Canales, M. C., 1984. Algunos cambios ocurridos en el maíz (*Zea mays* L.) bajo domesticación. AGROCIENCIA. 58 pp. 165-175

Castro, R. J. Marta F., L. S. Riveiro, S. Campos, P.R. Curi: 1993. Agrupamentos de divisões regionais em relação ao valor porcentual da produção agropecuária no estado de São Paulo. CIENTIFICA 21 (2): 287-294.

Doebly, Jo, 1990: Molecular evidence and the evolution of maize Economic Botany 44(3): 6-27, Economic Botany 35 (2) pp. 187-203

Iltis, H.H. & B.I. Benz, 2000: *Zea nicaraguensis* (Poaceae), a new Teosinte from Pacific Coastal Nicaragua. Novon. 10: 382-390

Mangelsdorff, P.C., 1986: El origen del maíz. Investigación y Ciencia. No. 121. pp. 65-71

Miranda C. S., 1977. Evolución de cuatro caracteres del maíz (*Zea mays* L.). Agrociencia Nov. 28 pp. 73-88., Chapingo, México

Randolph, L.F. 1976. Contributions of wild relatives of maize to the evolutionary history of domesticated maize: A synthesis of divergent hypotheses I. Economic Botany 30 (4): 321-345

Reyes C. P., 1990. El maíz y su cultivo. A.G.T. Editor S.A., México, D.F., 460 pp.

Smith, J.S.C., M.M. Goodman & R.N. Tester. 1981: Variation within teosinte. I. Numerical Analysis of morphological data

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