



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Maestría en Agroecológica y Desarrollo
Sostenible



**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y POTENCIAL FORRAJERO
DEL TEOCINTLE ANUAL (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ),
COLECTADO EN LA RESERVA DE RECURSOS GENÉTICOS DE
APACUNCA, CHINANDEGA, NICARAGUA**

AUTOR:

Ing. Juan Carlos Morán Centeno

TUTOR:

MSc. Álvaro Benavides González

ASESORES:

MSc. José Cisne Contreras

MSc. Daniel Querol Lipcovich

**Managua, Nicaragua
Agosto, 2012**



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Maestría en Agroecología y Desarrollo
Sostenible



**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y POTENCIAL FORRAJERO
DEL TEOCINTLE ANUAL (*Zea nicaraguensis* ILLINOIS & BENZ),
COLECTADO EN LA RESERVA DE RECURSOS GENÉTICOS DE
APACUNCA, CHINANDEGA, NICARAGUA**

AUTOR:

Ing. Juan Carlos Morán Centeno

Presentado a la consideración del
Honorable Tribunal Examinador como requisito para optar al grado de
Maestro en Ciencia en Agroecología y Desarrollo Sostenible

**Managua, Nicaragua
Agosto, 2012**

ÍNDICE DE CONTENIDO

| SECCIÓN | PÁGINA |
|--|------------|
| ÍNDICE DE CUADROS | <i>i</i> |
| ÍNDICE DE FIGURA | <i>ii</i> |
| RESUMEN | <i>iii</i> |
| ABSTRACT | <i>iv</i> |
| DEDICATORIA | <i>v</i> |
| AGRADECIMIENTO | <i>vi</i> |
| I INTRODUCCIÓN | 1 |
| II OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN | 3 |
| 2.1 Objetivo general | 3 |
| 2.2 Objetivos específicos | 3 |
| III MARCO TEÓRICO | 4 |
| 3.1 Parientes silvestres del maíz en Mesoamérica | 4 |
| 3.2 Amenazas del teocintle en Nicaragua | 5 |
| 3.3 Generalidades de la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA) | 6 |
| 3.4 Clima de la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA) | 8 |
| 3.5 Problemáticas relacionadas al estado actual del teocintle en Apacunca | 9 |
| IV MATERIALES Y MÉTODOS | 11 |
| 4.1 Metodología experimental | 11 |
| 4.2 Clima del área experimental | 11 |
| 4.3 Establecimiento del ensayo I y II | 12 |
| 4.4 Descripción de los tratamientos para el ensayo I y II | 12 |
| 4.5 Variables evaluadas | 14 |
| 4.6 Ensayo III. Evaluación del teocintle en diferentes momentos de cortes | 19 |
| 4.7 Ensayo IV: Determinación de la tasa de degradación de la materia seca | 21 |
| V RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 23 |
| 5.1 Ensayo I: Fertilización y niveles de control de malezas en el teocintle anual de Nicaragua | 23 |
| 5.1.1 Caracteres de tallo y hojas | 26 |
| 5.1.2 Caracteres de inflorescencia y frutos | 29 |
| 5.1.3 Correlación entre variables | 30 |
| 5.1.4 Análisis de Componentes Principales | 31 |
| 5.1.5 Análisis de Agrupamientos | 33 |
| 5.2 Ensayo II: Evaluación de fertilización y densidad de siembra en el teocintle de Nicaragua | 34 |
| 5.2.1 Caracteres de tallo y hojas | 37 |
| 5.2.2 Caracteres de inflorescencia y frutos | 39 |
| 5.2.3 Correlación entre variables | 40 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 5.2.4 | Análisis de Componentes Principales | 41 |
| 5.2.5 | Análisis de Agrupamientos | 42 |
| 5.3 | Ensayo III: Evaluación de momentos de cortes en el teocintle de Nicaragua | 44 |
| 5.3.1 | Comparación de cortes de tres Poaceae | 46 |
| 5.4 | Ensayo IV: Determinación de la tasa de degradación en el teocintle anual | 48 |
| VI | CONCLUSIONES | 51 |
| VII | LITERATURA CITADA | 52 |
| VIII | ANEXOS | 60 |
| 1a | Matriz de correlación de descriptores en el teocintle anual (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz), en tratamientos fertilización y niveles de control de malezas | 61 |
| 2a | Intervalos de confianza ($\mu \pm \sigma$) de variables del teocintle anual (<i>Z. nicaraguensis</i> Iltis & Benz) en tratamientos fertilizados y con niveles de control de malezas | 62 |
| 3a | Intervalos de confianza ($\mu \pm \sigma$) de variables del teocintle anual (<i>Z. nicaraguensis</i> Iltis & Benz) en tratamientos fertilizados y distancias de siembra | 63 |
| 4a | Matriz de correlación de descriptores en el teocintle anual (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz), en tratamientos fertilizados y distancia de siembra | 64 |
| 5a | Principales afectaciones causadas por plagas insectiles en el teocintle anual <i>ex situ</i> | 65 |
| 6a | Esquema utilizado en el diseño de Bloques Completo al Azar con arreglos en franjas, en el ensayo uno (Fertilización y niveles de control de malezas) | 66 |
| 7a | Esquema utilizado en el diseño de Bloques Completo al Azar con arreglos en franjas, en el ensayo dos (Fertilización y distancias de siembra) | 67 |

ÍNDICE DE CUADROS

| CUADRO | PÁGINA |
|---|--------|
| 1 Nomenclatura usada en la clasificación de teocintle y maíz (Kato <i>et al.</i> , 2009). | 5 |
| 2 Descripción de los tratamientos evaluados en el teocintle anual (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz). Para el ensayo I y II. | 13 |
| 3 Distribución de los tratamientos en los diferentes momentos de corte de acuerdo a la fenología del teocintle anual (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz). | 20 |
| 4 Significación estadística ($Pr > F$) en variables y factores en el teocintle anual (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz), con fertilización y niveles de control de malezas. | 24 |
| 5 Separaciones de media para las variables de tallo y hojas en el teocintle anual (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz). | 26 |
| 6 Separación de medias para las variables, de tallo e hijos en el teocintle anual (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz). | 28 |
| 7 Separación de medias para las variables, de panoja en el teocintle anual (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz). | 29 |
| 8 Porcentaje de información, contenida por los componentes principales en el teocintle anual (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz). | 33 |
| 9 Significación estadística ($Pr > F$) del ANDEVA efectuado al teocintle anual (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz). | 36 |
| 10 Separación de medias para las variables de tallo y hojas en el teocintle anual (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz). | 37 |
| 11 Separación de medias para las variables, de tallo e hijos en el teocintle anual (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz). | 38 |
| 12 Separación de medias para las variables, de panoja en el teocintle anual (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz). | 39 |
| 13 Análisis de los componentes principales para descriptores evaluados en el teocintle anual (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz). | 42 |
| 14 Análisis proximal del teocintle anual (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz), basado en la distribución de los tratamientos en los diferentes momentos de corte. | 45 |
| 15 Análisis proximal de tres especies de Poaceae, utilizada como forraje en la alimentación animal. | 46 |
| 16 Significación estadística de la materia seca producto de la degradación ruminal del teocintle (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz) en factores evaluados. | 48 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA | | PÁGINA |
|--------|--|--------|
| 1 | Ubicación geográfica de la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (MARENA, 2006). | 7 |
| 2 | Climograma del comportamiento de la precipitación (Prec) y temperatura (Tmed; Tmax; Tmin), mensual en el departamentos de Chinandega (INETER, 2010). | 8 |
| 3 | Climograma del comportamiento de la precipitación y temperatura media mensual en el departamento de Managua (INETER, 2010). | 12 |
| 4 | Caracteres vegetativos de la planta de teocintle (Altura a la primera “mazorca” (b-c); Altura de la planta (b-a); Altura a la “mazorca” superior (b-d). | 15 |
| 5 | Inflorescencia masculina (Longitud de la espiga (a), Número de ramas de la espiga (b), Longitud de la parte ramificada (a-c), Longitud de la rama principal (d), Longitud de entrenudos de la rama principal de la espiga (c-d), Longitud de entrenudos de la rama lateral de la espiga (b-c). | 16 |
| 6 | Inflorescencia femenina y frutos (Longitud de “mazorca” (a-d), Número de semillas o frutos por “mazorca” (b y d), grosor del fruto (c), Longitud de las brácteas en “mazorca” (d). | 17 |
| 7 | Dendrograma de la correlación de variables de los tratamientos (fertilización y niveles de control de malezas). | 31 |
| 8 | Dendrograma de la relación del teocintle anual (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz), sometido a fertilización y niveles de malezas. | 34 |
| 9 | Dendrograma de la correlación de variables de los tratamientos (fertilización y distancias de siembra). | 41 |
| 10 | Dendrograma de la relación del teocintle anual (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz), de los tratamientos evaluados | 43 |
| 11 | Degradación ruminal de la materia seca del teocintle (<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz). Valores observados <i>in situ</i> y estimados a partir del modelo matemático de Orskov & McDonald. | 49 |

RESUMEN

El teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Itis & Benz), es una especie silvestre emparentada con el maíz y con alto potencial forrajero, es endémico de la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA), Somotillo, departamento de Chinandega. El objetivo de la presente investigación fue contribuir con información científica. El estudio se realizó en el área experimental de la Universidad Nacional Agraria. Se establecieron diseños en franjas, categorización estadísticas según LSD ($\alpha=0.05$), correlación y análisis multivariado en los tratamientos. El teocintle fue expuesto a períodos de enmalezamiento, distancia de siembra y fertilización nitrogenada. Se evaluó materia seca, proteína total y fibra en diferentes momentos de cortes, y se comparó material vegetal del teocintle con el maíz (*Zea mays* L.) y sorgo forrajero (*Sorghum* spp.). De igual manera se evaluó la degradación ruminal en vacas fistuladas mediante la ecuación de Orskov y McDonald. Los tratamientos evaluados afectaron variables de tallo, hoja y reproductivas. El mejor tratamiento fue la distancia de 0.8 m, tres limpiezas a lo largo de su ciclo reproductivo, y fertilización. Las variables de hojas, hijos y frutos; así como la altura de planta, ramas laterales, y panoja presentaron alta correlación. Asimismo, variables de tallo y ramas laterales, fueron las variables más representativas. Los valores de análisis proximal fueron mayores en cortes de material vegetal realizado en los meses de Junio y Julio. Por otro lado, la materia seca en el teocintle fue menor al sorgo forrajero y maíz. En cuanto a la cantidad de fibra, el teocintle mostró valores similares al maíz y mayores al obtenido en el sorgo forrajero. La categorización estadística mostró que la degradación ruminal a los 96 y 72 horas fue significativa, con porcentajes promedios de 39.5 y 34.94%, y la ecuación de degradación ruminal fue la siguiente:

$$Y = 2.047 + 40.612 * (1 - e^{-0.0249 * \text{tiempo}})$$

Palabras Claves: *Z. nicaraguensis*, Diseño en Franjas, Correlación, Análisis Multivariados, Análisis Proximal. Degradación ruminal

ABSTRACT

The annual teosinte (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz) is a wild species akin to the high potential maize and fodder, is endemic to the Genetic Resources Reserve Apacunca (RRGA) Somotillo, Chinandega. The objective of this research was to contribute to scientific information. The study was conducted in the experimental area of the Universidad Nacional Agraria. Designs were split block by LSD ($\alpha = 0.05$), correlation and multivariate analysis in treatment. Teosinte was exposed to periods of weed growth, plant spacing and nitrogen fertilization. We evaluated dry matter, total protein and fiber at different points in cuts, and compared plant material of teosinte to maize (*Zea mays* L.) and forage sorghum (*Sorghum* spp.). Similarly ruminal degradation was evaluated in fistulated cows using the equation of Orskov and McDonald. The treatments affected variables of stem, leaf and reproductive. The best treatment was the distance of 0.8 m, three earned throughout their reproductive cycle, and fertilization. The variables of leaves, fruits and children as well as plant height, lateral branches and panicle showed high correlation. Also, variables stem and side branches were the most representative variables. The proximate analysis values were higher in sections of plant material held in the months of June and July. On the other hand, the dry matter was lower in teosinte and maize forage sorghum. As for the amount of fiber, teosinte to maize had similar values and higher than that obtained in forage sorghum. The statistical categorization showed that ruminal degradation at 96 and 72 hours was significant, with average percentages of 39.5 and 34.94%, and the equation of ruminal degradation was as follows:

$$Y = 2.047 + 40.612 * (1 - e^{-0.0249 * \text{tiempo}})$$

Keywords: *Z. nicaraguensis*, Split Blocks, Correlation, Multivariate Analysis, Proximal analysis. ruminal degradation

DEDICATORIA

A:

Dios nuestro señor por haberme brindado salud y permitido seguir adelante y poder culminar con éxito, esta nueva fase de mi vida profesional.

A mi familia especialmente a mis padres Francisca Centeno, Nicolás Morán a mis Hermanos Aracelis, Luis, Daysis y Mario Morán Centeno, por su apoyo en los momentos más difíciles. A José Centeno y Ramón Centeno (q.e.p.d) por ser una fuente de ilusión para seguir luchando cada día.

A mí recordado maestro y amigo: MSc. Reinaldo Laguna Miranda (q.e.p.d) por ser una fuente de inspiración para alcanzar mis metas profesionales.

Ing. Juan Carlos Morán Centeno

AGRADECIMIENTO

A:

Dios nuestro señor por haberme brindado salud y haberme permitido seguir adelante en mis estudios y poder culminarlos en esta nueva etapa de mi vida profesional.

A mis asesores: MSc. Álvaro Benavides González, MSc. José Cisne Contreras y MSc. Daniel Querol Lipcovich por su valioso apoyo en el transcurso de mi formación profesional.

Al Dr. Carlos Henry Loáisiga Caballero por la revisión del texto y sugerencias realizadas.

A los pobladores de la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca por permitirme realizar la colectas del material genético de teocintle.

A la Dirección de Investigación Extensión y Postgrado (DIEP) de la Universidad Nacional Agraria, por el apoyo prestado en la realización del estudio. De igual manera a la coordinación del Programa de Maestría, en especial al doctor Francisco Salmerón Miranda, por su apoyo brindado en mis estudios de posgrado.

No omito manifestar mi agradecimiento a la Agencia Sueca de Desarrollo Internacional, de igual manera a la FAO por el financiamiento en la realización del presente trabajo de investigación, desarrollado en el marco del proyecto: Rescate, Conservación y Manejo Sostenible del teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz), en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca, a todos muchas gracias.

Ing. Juan Carlos Morán Centeno

I. INTRODUCCIÓN

Muchas de las plantas cultivadas en la actualidad están emparentadas con especies silvestres como es el caso del maíz y teocintle en Mesoamérica. Estos parientes silvestres representan un reservorio genético para el mejoramiento de las plantas cultivadas, y en específico para el cultivo del maíz. La pérdida de diversidad genética ha tomado gran importancia, debido a que muchas especies han desaparecido, este problema en el futuro puede incrementarse, por lo que todos los esfuerzos en la conservación tendrán gran relevancia (Sánchez *et al.*, 1998; Bird, 2011).

Wilkes (1995), manifiesta que el teocintle está presente desde tiempos inmemoriales en muchos lugares, principalmente en México y Centro América por miles de años; sin embargo en las últimas décadas producto del rápido cambio en el uso de la tierra y el desarrollo de la economía rural, ha provocado una constante presión en sus hábitats. Miranda (1977), indica que los teocintles de México y Guatemala están amenazados por el proceso de erosión genética. En Nicaragua, Benavides *et al.*, (2011), estiman que en los últimos años las áreas de teocintle localizadas en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca, se han reducido drásticamente.

Loáisiga *et al.*, (2012), evaluaron características morfológicas, en teocintles de Mesoamerica y concluyeron que las especies de México difieren de las encontradas en Guatemala y Nicaragua. Asimismo, *Z. luxurians* de Guatemala y *Z. nicaraguensis* de Nicaragua presentaron características morfológicas semejantes, y a su vez estos comparten similitudes con *Z. huehuetenagensis* de Guatemala. Esto confirma la relación de *Z. luxurians* y *Z. nicaraguensis* planteada por Loáisiga *et al.*, (2010) utilizando marcadores moleculares.

Miranda (1977), realizó estudios de teocintle y maíz, con niveles de fertilización y niveles de control de malezas y encontró efecto sobre variables de tallo y frutos. Asimismo considera que los cambios ambientales en el teocintle modifican principalmente los órganos de la planta, mientras que en el maíz afectó las variables de mazorca.

El teocintle de Nicaragua (*Z. nicaraguensis* Iltis & Benz), es nativo de la costa del Pacífico. Se trata de una especie diploide, la cual crece a alturas muy bajas comparadas con otros teocintles de la región. Esta especie tiene la capacidad de crecer normalmente en terrenos inundados con 0.5 m de agua. Presenta un desarrollo erecto y ramificado, otras características es la presencia de tallos basales fuertes y prominentes con raíces de soporte (Loáisiga, 2011).

La producción de forraje en el teocintle es muy abundante, pero la información existente es muy limitada. Harvard Duclos (1985), en estudios realizados en *Z. mays* spp mexicana, *in situ* indica que puede llegar a producir entre 70 y 90 toneladas de forraje fresco por hectárea por año, en condiciones favorables en base a siete cortes.

La mayor parte de los trabajos relacionados al teocintle están enfocados a conocer cuál es el papel que ha jugado en la evolución y mejoramiento del maíz cultivado, en muchos caso de dejan aún lado los estudios básicos de biología y ecología esto se aplica al teocintle anual de Nicaragua, en donde todos los trabajos de han orientado a la caracterización y no existe información relacionada con el comportamiento bajo condiciones de manejo y calidad nutricional como forraje.

Tomando en consideración el potencial forrajero, se establecieron experimentos para determinar el comportamiento morfológico *ex situ* de la especie; evaluando diferentes momentos de cortes; fertilización nitrogenada, control de malezas, distancias de siembra y degradabilidad de la materia seca en el rumen bovino.

II OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Objetivo general:

- ✓ Generar información científica del teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz), mediante su estudio *ex situ*, momentos de cortes y degradabilidad de la materia seca.

2.2 Objetivos específicos:

- ✓ Evaluar el comportamiento morfológico del teocintle sometido a fertilización y niveles de control de malezas.
- ✓ Evaluar el comportamiento morfológico del teocintle sometido a condiciones de densidad de siembra y fertilización.
- ✓ Evaluar tres momentos de cortes en el teocintle anual establecido *ex situ*, comparado con material vegetal de maíz y sorgo forrajero.
- ✓ Determinar la tasa de degradabilidad de la materia seca en el teocintle anual en bovinos fistulados.

III MARCO TEÓRICO

Las plantas cultivadas pueden ser favorecidas por la incorporación de genes disponibles que les permitirían enfrentar las condiciones cambiantes de la agricultura moderna; no obstante se debe prestar atención a las especies silvestres que son un material parental y además están bajo presión debido a la destrucción de la naturaleza en todo el mundo (Morera, 1981).

3.1 Parientes silvestres del maíz en Mesoamérica

El género *Zea* fue descrito por Linneo en 1754, a partir de esa fecha en la literatura reporta 62 especies que son sinónimo de *Zea mays* L, de estas 52 corresponden al nivel cultivado y 10 son silvestre. Autores como Miranda, (1977) mencionan que el teocintle es el producto de la selección natural, presentando mazorcas con dos hileras de frutos, existe un raquis simple esto facilita la dispersión de la semilla después de la madurez

Sánchez *et al.*, (1998) reconocen algunos nombres comunes en México y Guatemala, tales como maicillo, acintle, acecentli, maíz silvestre, maíz de pájaro, maíz forrajero, maíz del indio, milpilla, maíz, entre otras. Benavides *et al.*, (2010), mencionan que en Nicaragua las denominaciones más comunes son: tiosinto, teosinte, maíz de playa, maíz de costa, maicillo, maíz forrajero, maíz de pájaro, maíz silvestre y maíz de laguna, en los municipios de Somotillo y Villanueva.

Esta especie al igual que el maíz se encuentra en América desde hace más de 8 mil años, ubicándose como centro de origen la región de Mesoamérica. Para las grandes civilizaciones precolombinas el maíz era considerado un símbolo de riqueza, ornato e incluso una divinidad. El nombre teocintle, proviene del Náhuatl teotl= dios o divinidad y centli= grano, por lo que al final, es igual a decir grano de dios (Reyes, 1990).

Los parientes silvestres del maíz son llamados colectivamente teocintles, se clasifican dentro del género *Zea* perteneciente a la familia Poaceae. Este grupo es muy variable conformada por grupos anuales y perennes. Los anuales son diploides ($2n=20$) y la designación ha sido *Zea mexicana*, aunque recientemente algunos investigadores han dividido al grupo en varias especies y subespecies (Cuadro 1).

Cuadro 1. Nomenclatura usada en la clasificación de teocintle y maíz (Kato *et al.*, 2009).

| Wilkes (1967) | Iltis & Doebley (1980) | Doebley (1990a) | Doebley (2003) |
|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Sección ZEA | Sección ZEA | Sección ZEA | Sección ZEA |
| <i>Zea mays</i> L. | <i>Zea mays</i> L. | <i>Zea mays</i> L. | <i>Zea mays</i> L. |
| Sección EUCHLAENA | <i>spp. mexicana</i> | <i>spp. mexicana</i> | <i>spp. mexicana</i> |
| <i>Euchlaena mexicana</i> | Raza Chalco | Raza Chalco | |
| Sin. <i>Zea mexicana</i> | Raza Mesa Central | Raza Mesa Central | |
| Raza Chalco | Raza Nobogame | Raza Nobogame | Raza Nobogame |
| Raza Mesa Central | <i>ssp. parviglumis</i> | Raza Balsas | <i>ssp. parviglumis</i> |
| Raza Nobogame | var. <i>huehuetenangensis</i> | <i>ssp. huehuetenangensis</i> | <i>ssp. huehuetenangensis</i> |
| Raza Balsas | <i>ssp. mays</i> | | <i>ssp. mays</i> |
| Raza Huehuetenango | Sección LUXURIANTES | Sección LUXURIANTES | Sección LUXURIANTES |
| Raza Guatemala | <i>Zea luxurians</i> | <i>Zea luxurians</i> | <i>Zea luxurians</i> |
| <i>Zea perennis</i> | <i>Zea perennis</i> | <i>Zea perennis</i> | <i>Zea perennis</i> |
| | <i>Zea diploperennis</i> | <i>Zea diploperennis</i> | <i>Zea diploperennis</i> |
| | | | <i>Zea nicaraguensis</i> |

3.2 Amenazas del teocintle en Nicaragua

Se estiman que más de 100 mil especies vegetales (alrededor de un tercio de las especies vegetales del mundo), se encuentran amenazadas o enfrentan el peligro de extinción. Por tales motivos la conservación *in situ* y *ex situ*, de germoplasma tiene como función asegurar la disponibilidad de variabilidad genética actual y potencial, en calidad y cantidad adecuada. La preservación de la biodiversidad vegetal es esencial para los programas de mejoramiento vegetal clásico y moderno (BGCI, 2005).

Benavides y Loáisiga (1997), en estudios de prospección reportaron siete poblaciones de teocintle en la RRGGA en una superficie de una hectárea. Estudios realizados por Grijalva (1999), menciona que la especie de maíz primitivo *Zea luxurians* sp. (Hoy en día *Zea nicaraguensis* Iltis & Benz), requiere de una especial atención para su conservación, ya que el área natural en que se localiza fue sometida en años anteriores a quemadas y explotación ganadera atentando su sobrevivencia y poniéndola en peligro de extinción.

MARENA (2000), considerando la importancia de esta especie emitió un decreto basado en la Ley 217 (Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, artículo 154), publicada en La Gaceta No. 105 del seis de Junio del año 1996, crearse la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA) con el objetivo de salvaguardar las últimas poblaciones del maíz primitivo. Benavides (2003), corroboró la existencia de las poblaciones antes mencionadas en la RRGGA y manifestó que el área se incrementó a dos hectáreas.

MARENA en el 2006, reportó 5 hectáreas de teocintle en Apacunca. Sin embargo, Benavides *et al.*, (2010), encontraron solamente una población ubicada en El Papalonal, en un área de 0.5 hectárea. Posteriormente, MARENA (2011), informa de daños severos causados al área de maíz primitivo y reducción de la superficie a 0.25 hectáreas. Benavides *et al.*, (2011), encontraron serios daños en la RRGGA, producto del incremento de las áreas cultivadas con caña de azúcar en más de 500 hectáreas, y con probabilidad de incrementarse estas áreas en la zona de amortiguamiento.

3.3 Generalidades de la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA)

Apacunca es un área que tiene reconocimiento internacional como sitio RAMSAR, el cual fue otorgado en el año 2002. Siendo el objetivo promover la conservación y el uso sostenible de los humedales con enfoque de ecosistemas, considerando al humedal como ecosistema frágil, promoviendo la protección de sus funciones ecológicas, su diversidad genética y asegurando la no alteración o deterioro de su integridad.

El objetivo principal de la creación de la Reserva fue la conservación del teocintle (*Zea nicaraguensis*), recurso genético silvestre de importancia mundial, y al mismo tiempo proteger el entorno natural donde se desarrolla esta especie endémica.

La distribución del teocintle está limitada al occidente del país, en el departamento de Chinandega. En la actualidad esta especie se encuentra en la comunidad de Apacunca (12° 53' 45" , 86° 59' 00") en el municipio de Somotillo, la población está ubicada a 3.5 kilómetros al noreste de la hacienda que lleva el mismo nombre específicamente en El Papalonal a la orilla del río Bocana. El área está dentro de una propiedad privada variando en área cada año y condicionada por el pastoreo del ganado, quema del pasto y condiciones ambientales (Benavides *et al.*, 2010).

Según el MARENA (2006), la RRGa se encuentra compartida entre los municipios de Somotillo (75 %) y Villanueva (25 %). Los bosques cuentan con una superficie cerca de 523 hectáreas, la categoría de uso de la tierra más extendida dentro del área protegida ocupando la tercera parte (33 %).

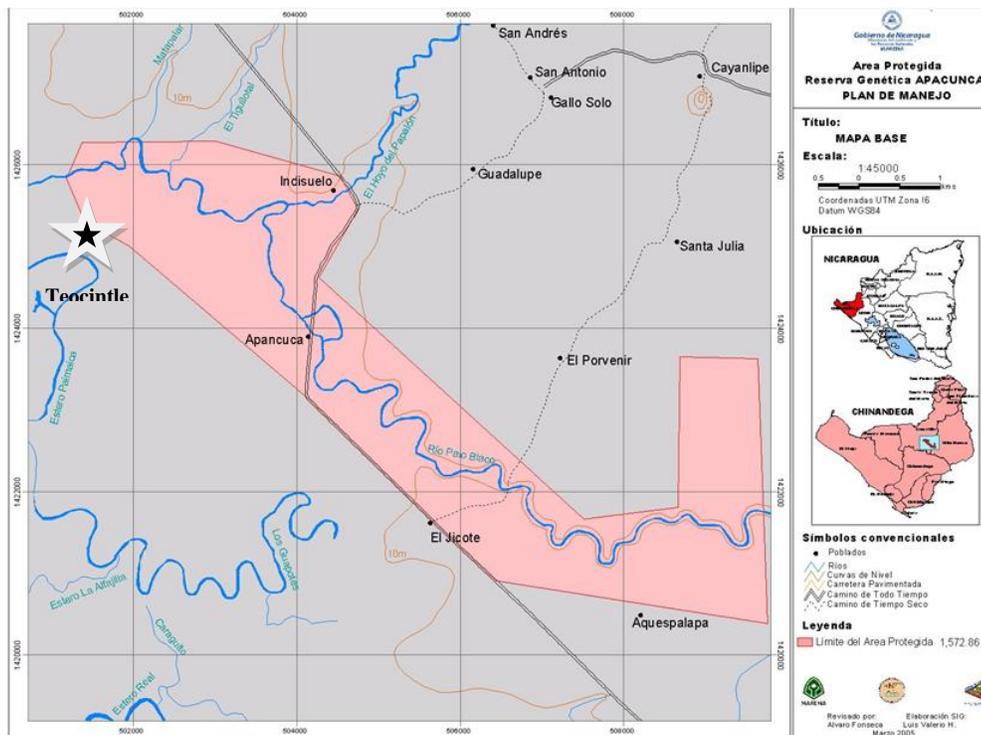


Figura 1. Ubicación geográfica de la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (MARENA, 2006).

3.4 Clima de la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA)

Las condiciones climáticas donde se establece la especie de forma natural corresponden a una zona de vida ecológica de bosque semidecíduo aluvial de galería o bosque de galería, sabanas de arbustos decíduos, llanos inundables y sistemas agropecuarios. Los suelos presentan texturas que varían desde muy arcillosos hasta franco arcillosos con pendientes menores del 10 % (MARENA, 2006).

De acuerdo a la información proporcionada por INETER, esta área corresponde a zonas de vida de bosque seco tropical (bs-T); encontrando las mayores precipitaciones en los meses de Mayo, Junio, Septiembre y Octubre; las temperaturas oscilan entre los 26 y 29 °C, siendo los meses más calurosos Marzo, Abril y Mayo (Figura 2).

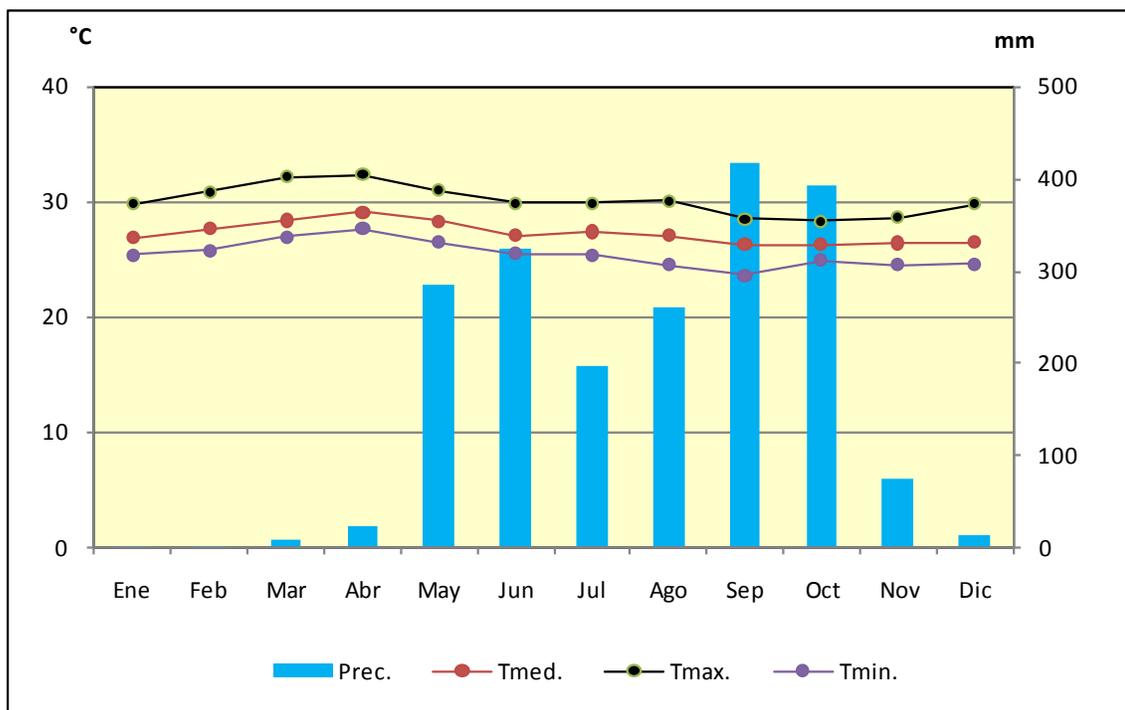


Figura 2. Climograma del comportamiento de la precipitación (Prec) y temperatura (Tmed; Tmax; Tmin), mensual en el departamentos de Chinandega (INETER, 2010).

3.5 Problemáticas relacionadas al estado actual del teocintle en Apacunca

La pérdida de biodiversidad en el mundo cada vez es mayor, de acuerdo a la información reportada por Benavides *et al.*, (2011), las áreas de teocintle han sido drásticamente afectadas por las acciones antropogénicas y ambientales en la última década, la única población existente se encuentra en una finca privada, la cual es sometida al sobre pastoreo y quemadas cada año, de igual manera el avance de la frontera agrícola cada vez es mayor dentro de la reserva, poniendo en peligro esta importante fuente de genes, el MARENA (2006), define algunos problemas relacionados al teocintle entre lo que podemos mencionar:

a) Incendios

El interior del área protegida es afectado por incendios. Esto se debe a que la misma se ubica en las márgenes del río Villanueva por lo que normalmente hay humedad en los suelos y en la vegetación, que limita el desarrollo y la propagación de los fuegos. Por esta razón cuando ocurren fuegos dentro de la Reserva, provocados por cazadores o recolectores de miel silvestre, estos son de poca duración y concentrados en un área limitada. El riesgo de incendios en el área protegida ha aumentado después del desvío de las aguas del río Villanueva provocado por el huracán Mitch.

b) Corte de madera

El corte de árboles para producción de madera de construcción y el establecimiento de pastos ha constituido una amenaza a la conservación de los bosques existentes. En las décadas de los años 1960-70 y comienzos de los 90 hubo eliminación de bosque para dar paso al establecimiento de pastos para engorde de ganado, los árboles de mayor valor han sido cortados selectivamente, por lo que no queda mucha madera preciosa que cortar. No obstante debido a la escasez generalizada de madera en el departamento de Chinandega continúa el corte clandestino de madera dentro de la reserva.

c) Biopiratería del teocintle

El saqueo (la llamada biopiratería) de semillas de teocintle por parte de instituciones de investigación y empresas de otros países es un urgente problema que merece la máxima atención de las autoridades nacionales y locales. Se ha podido determinar que instituciones de investigación agrícola de los estados unidos y de otros países están interesadas en coleccionar semillas de teocintle.

Considerando la importancia del teocintle y tomando en cuenta su estado actual se hizo necesario establecer esta especie en otras áreas dentro de la reserva, siendo manejada por los agricultores y de igual manera es necesario buscar nuevos usos del teocintle, ya que se desconoce la calidad nutricional en la alimentación del ganado, y que tan influenciada es esta especie cuando se establece *ex situ* aplicando labores agronómicas, en sus características morfológicas.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Metodología experimental

Se utilizaron semillas de teocintle extraídas de la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca en el año 2009. El presente estudio se dividió en tres fases: a). Multiplicación del material genético para su valoración. b). Momentos de cortes y su comportamiento bajo condiciones de fertilización, tres niveles de control de malezas y densidad de siembra. c). Determinación de la proporción digestible de la materia seca en ganado mayor.

El área de siembra actualmente se encuentra como una población aislada en el campo experimental de la Facultad de Agronomía, ubicada en el kilómetro 12.5 carretera norte, con latitud, de 12.08 Norte y una longitud, 86.10 Oeste, el suelo presenta un pH de 7.5 a 8.5, con pendiente entre 0 y 2 % sin erosión. Se estableció un área de 40.32 m² con una distancia de un metro entre surco y 0.8 m entre planta.

4.2 Clima del área experimental

Los ensayos se establecieron en el departamento de Managua en el área experimental de la Universidad Nacional Agraria (UNA), a una altura de 43 msnm. La zona se caracteriza por su clima tropical de sabana, caracterizado por una prolongada estación seca y por temperaturas altas todo el año, que van desde 27 °C hasta 34 °C. La precipitación anual promedio para Managua es de 1100–1600 mm, humedad relativa de 75 % y vientos de 12 Km/h (Figura 3).

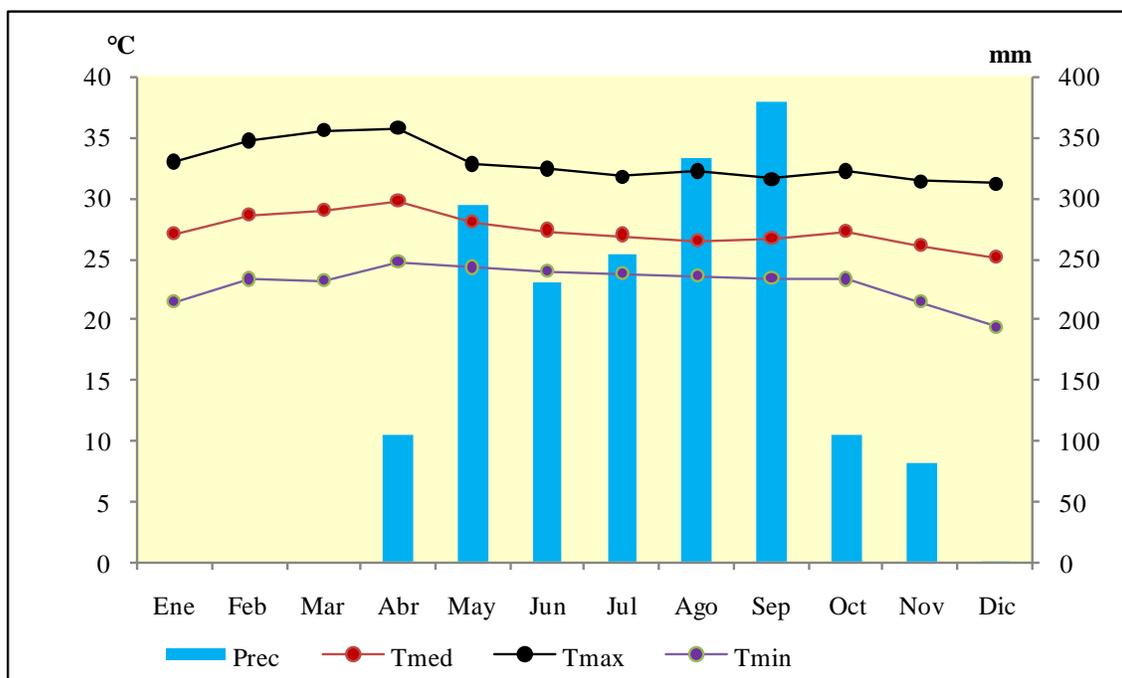


Figura 3. Climograma del comportamiento de la precipitación y temperatura media mensual en el departamento de Managua (INETER, 2010).

4.3 Establecimiento del ensayo I y II

La preparación del área de siembra se realizó de manera tradicional (limpieza del terreno y siembra manual). Previo a la siembra se escarificó con ácido clorhídrico al 37 % por tres minutos, posteriormente se dejó en la oscuridad embebida en agua por 24 horas. La siembra de los ensayos se efectuó el 10 de Mayo. Respecto al manejo agronómico se cumplió con las siguientes prácticas: Aporque, manejo de malezas y fertilización en los casos requeridos.

4.4 Descripción de los tratamientos para el ensayo I y II

Miranda en 1977, sometió teocintle y maíz a diferentes niveles de malezas y fertilización, de igual manera Rodríguez y Salazar (1996), estudio teocintle bajo efecto de malezas y diferentes épocas de siembra. En este trabajo se establecieron dos ensayos; el primer ensayo estaba conformado por tres niveles de control de malezas (Factor A), en los tratamientos sin malezas se realizaron de manera periódica cada semana y dos dosis de fertilización correspondientes al efecto del Factor B.

El ensayo dos consistió en tres distancias de siembra (Factor A) y dos niveles de fertilización (Factor B), ambos experimentos fueron establecidos en un diseño de Bloques Completos al Azar con arreglos en franjas, con cuatro réplicas, en ambos ensayos la fuente de fertilización empleada fue Urea 46 %, aplicando en tres momentos, siendo la primera aplicación el 25 de Junio, las dos aplicaciones restante se realizaron cada 20 días (Cuadro 2 y Anexo 5a y 6a).

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos evaluados en el teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis& Benz). Para el ensayo I y II.

| Ensayo I | Ensayo II |
|--|--|
| Enmalezado (Factor A) | Distancias de siembra (Factor A) |
| a₁ . 100 % enhierbado | a₁ . Distancia 0.6 m |
| a₂ . 0% enhierbado | a₂ . Distancia 0.8 m |
| a₃ . Tres deshierbes | a₃ . Distancia 1 m |
| Fertilización (Factor B) | Fertilización (Factor B) |
| b₁ . Fertilizado (90.91 kg ha^{-1}) | b₁ . Fertilizado (90.91 kg ha^{-1}) |
| b₂ . No Fertilizado | b₂ . No Fertilizado |

El área del ensayo uno fue de 300 m² (10 m x 30 m) y dejando entre bloques dos metros, la distancia de siembra fue de un metro y 0.80 metros entre surco y planta respectivamente, se realizo limpieza en las parcelas manejadas cada 20 días. En el ensayo dos se tomaron en cuenta las distancias de siembras evaluadas; se utilizaron 5 surcos de 5 metros de largo, esto en un área de 150 m² (10 m x 150 m). La cosecha se realizó cuando la planta finalizo su etapa fisiológica, en los meses de Diciembre y Enero.

La parcela útil fue de 12 m², para un total de 15 plantas evaluadas. No se realizo ninguna aplicación de insecticida o herbicidas químicos, entre las malezas predominantes: zacate chompipe (*Ixophorus unisetus* L.), zacate invasor (*Sorghum halapense*), Caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* [Lour.] Clayton), siempre viva (*Commelina difusa*), Coyolillo (*Cyperus rotundus*) entre otras.

4.5 Variables evaluadas

Las variables fueron tomadas de la parcela útil de cada franja, y son las utilizadas por Sánchez *et al.*, (1998), para ello se organizaron en caracteres de planta, inflorescencia y fruto.

Variables de planta

Número total de hojas (X1): Contadas aproximadamente dos semanas después de la floración.

Longitud de la hoja (X2): Se midió en cm en la hoja del nudo correspondiente a la “mazorca” superior, desde la lígula al ápice del limbo, en el tallo principal.

Ancho de la hoja (X3): Se tomó en cm en la parte media de la hoja usada en la medición anterior.

Altura de la planta (X4): Se midió en cm desde el nivel del suelo hasta la punta de la espiga del tallo principal (Figura 4).

Altura a la primer “mazorca” (X5): Medida en cm desde el nivel del suelo hasta el nudo de la “mazorca” inferior del tallo principal (Figura 4).

Altura de la “mazorca” superior (X6): Se midió en cm desde el nivel del suelo hasta el nudo de la “mazorca” superior del tallo principal (Figura 4).

Número de ramas laterales (X7): Se realizó el conteo del número de ramas que emergen de los nudos visibles del tallo principal.

Número de hijos (X8): Se realizó el conteo del número de tallos que emergen de los nudos del tallo principal que se encuentran en contacto o enterrados en el suelo (Figura 4).

Número de nudos con “mazorcas” en el tallo principal (X9): Tomados mediante conteos directos en la planta.

Número de nudos con “mazorcas” en las ramas laterales (X10): Tomados mediante conteos directo.

Número de nudos con “mazorcas” en los hijos (X11): Realizadas mediante conteo directo en los hijos.

Longitud de la antepenúltima rama lateral (X12): Medida en cm del punto de unión en el tallo principal.

Área foliar de la hoja (X13): Se calculó del producto de la multiplicación del ancho por la longitud por un coeficiente de corrección de 0.75.

Diámetro del tallo (X14): Medida en mm en el primer entrenudo en el tallo principal.

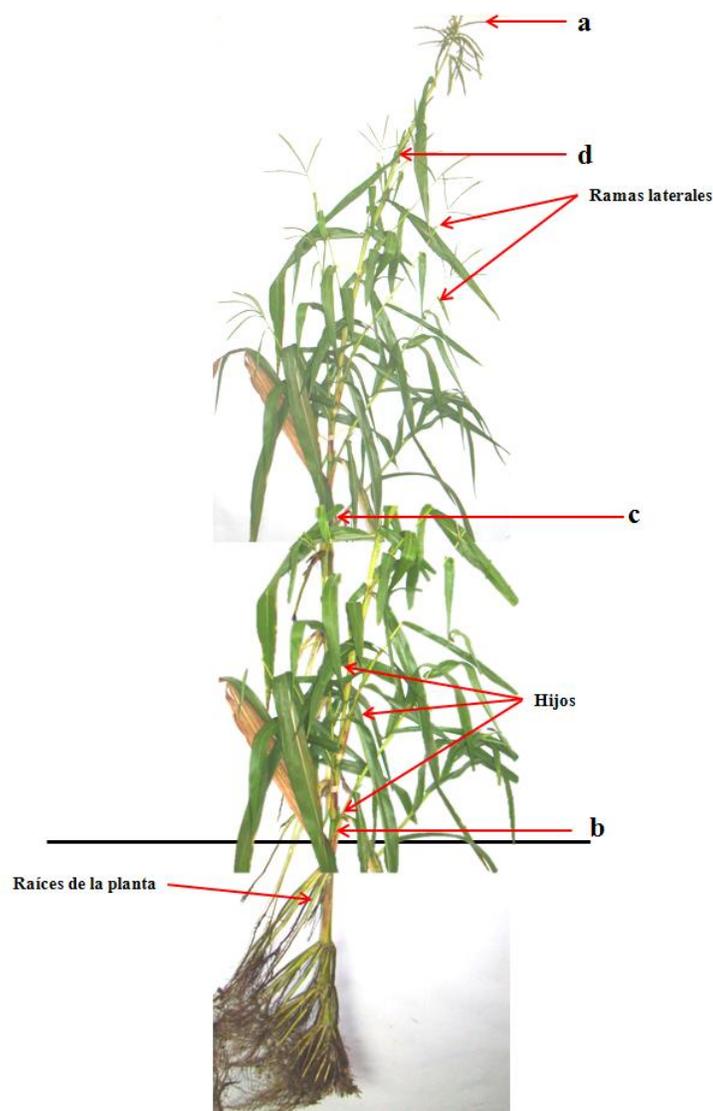


Figura 4. Caracteres vegetativos de la planta de teocintle (Altura a la primera “mazorca” (b-c); Altura de la planta (b-a); Altura a la “mazorca” superior (b-d).

Caracteres de inflorescencia

Número de ramas en la espiga (X15): Recuento del número total de ramas excluyendo la rama principal.

Longitud de la panoja (X16): Medida en cm del nudo superior del tallo principal a la punta de la espiguilla superior de la rama principal.

Longitud de la parte ramificada de la panoja (X17): Se midió la distancia en cm entre el punto de inserción de las ramas superior e inferior de la panoja.

Longitud de la rama principal de la panoja (X18): Distancia en cm desde la punta de la espiguilla superior de la rama principal al punto de unión con la rama superior de la panoja.

Longitud de entrenudos de la rama principal de la panoja (X19): Se tomó la distancia en cm de 10 pares de espiguillas en la parte media de la rama principal.

Longitud de entrenudos de la rama lateral de la panoja (X20): Se midió la distancia en cm de 10 pares de espiguillas en la porción media de la rama primaria inferior de la panoja.



Figura 5. Inflorescencia masculina (Longitud de la espiga (a), Número de ramas de la espiga (b), Longitud de la parte ramificada (a-c), Longitud de la rama principal (d), Longitud de entrenudos de la rama principal de la espiga (c-d), Longitud de entrenudos de la rama lateral de la espiga (b-c).

Caracteres de frutos

Las variables sometidas a medición se observan en la Figura 6, y se describen a continuación.

Longitud de “mazorca” (X21): Medida en cm en una “mazorca” individual del nudo superior del tallo principal.

Longitud de la bráctea de la “mazorca” (X22): Medida en centímetros (cm), usando la muestra de la medición anterior.

Número de “mazorcas” por planta (X23): Se efectuó el conteo en toda la planta.

Número de “mazorcas” por ramas (X24): Se contabilizó en todas las ramas de la planta.



Figura 6. Inflorescencia femenina y frutos (Longitud de “mazorca” (a-d), Número de semillas o frutos por “mazorca” (b y d), grosor del fruto (c), Longitud de las brácteas en “mazorca” (d).

Peso de 100 semillas (X25): Pesadas en gramos.

Volumen de 100 semillas (X26): Usando la misma muestra de la medición anterior, se utilizó una probeta graduada y se registró el valor en ml con base en agua desplazada.

Longitud de semilla (X27): La longitud se tomó en mm en el lado más largo.

Ancho de semilla (X28): El ancho se tomó en mm en la parte frontal del fruto.

Número de ramas con “mazorcas” (X29): Determinada mediante conteo directo.

Número de semillas por “mazorca” (X30): Conteo del número de semillas de la “mazorca”.

Análisis de datos

Los caracteres evaluados fueron objeto de análisis estadístico descriptivo (moda, mínima, media, máxima y error estándar), análisis de varianza (ANDEVA), análisis de correlación y multivariados: Análisis de Agrupamientos (AA) y Análisis de Componentes Principales (ACP). Se utilizaron los programas Excel, SAS, Minitab y SPSS en el análisis estadístico e información generada.

El modelo aditivo lineal utilizado en el diseño de Bloques Completo al Azar con arreglos en franjas, en el ensayo uno es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \tau_i + (\beta\tau)_{ik} + \alpha_j + (\alpha\beta)_{jk} + (\tau\alpha)_{ij} + (\alpha\beta\tau)_{ijk}$$

En donde

| | |
|---------------------------|---|
| Y_{ijk} | Es el valor medio de las observaciones medidas en los distintos tratamientos de cada bloque conformado |
| μ | Es el efecto de la media muestral sobre el modelo |
| β_k | Es el efecto del k -ésimo bloque conformado |
| τ_i | Es el efecto de la i -ésimo niveles de control de malezas |
| $(\beta\tau)_{ik}$ | Es la variación aleatoria para evaluar bloque y los niveles de control de malezas (<i>Error A</i>) |
| α_j | Es el efecto de la j -ésima fertilización |
| $(\alpha\beta)_{jk}$ | Es el efecto de la i -ésima fertilización y el k -ésimo bloque (<i>Error B</i>) |
| $(\tau\alpha)_{ij}$ | Es el efecto de la i -ésimo niveles de control de malezas y la j -ésima fertilización |
| $(\alpha\beta\tau)_{ijk}$ | Es el efecto de la i -ésimo niveles de control de malezas y de la j -ésima fertilización en el k -ésimo bloque (<i>Error C</i>) |

El modelo aditivo lineal utilizado en el diseño de Bloques Completo al Azar con arreglos en franjas, en el ensayo dos es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \tau_i + (\beta\tau)_{ik} + \alpha_j + (\alpha\beta)_{jk} + (\tau\alpha)_{ij} + (\alpha\beta\tau)_{ijk}$$

En donde

| | |
|---------------------------|--|
| Y_{ijk} | Es el valor medio de las observaciones medidas en los distintos tratamientos de cada bloque conformado |
| μ | Es el efecto de la media muestral sobre el modelo |
| β_k | Es el efecto del k -ésimo bloque conformado |
| τ_i | Es el efecto de la i -ésima distancia de siembra |
| $(\beta\tau)_{ik}$ | Es la variación aleatoria para evaluar bloque y distancia de siembra (<i>Error A</i>) |
| α_j | Es el efecto de la j -ésima fertilización |
| $(\alpha\beta)_{jk}$ | Es el efecto de la i -ésima fertilización y el k -ésimo bloque (<i>Error B</i>) |
| $(\tau\alpha)_{ij}$ | Es el efecto de la i -ésima distancia de siembra y la j -ésima fertilización |
| $(\alpha\beta\tau)_{ijk}$ | Es el efecto de la i -ésima distancia de siembra y de la j -ésima fertilización en el k -ésimo bloque (<i>Error C</i>) |

4.6 Ensayo III. Evaluación del teocintle en diferentes momentos de cortes

De la evaluación de los niveles de control de malezas y fertilización se seleccionaron diferentes parcelas con las combinaciones siguientes: **SM*SF**= Sin maleza (0% enhierbado) y Sin fertilización, **CM*SF**= Con maleza (100% enhierbado) y Sin fertilización; **CM*CF**= Con maleza (100% enhierbado) y Con fertilización, **SM*CF**= Sin malezas (0% enhierbado) y Con fertilización. A las parcela mencionadas anteriormente, se les realizaron momentos de cortes (Cuadro 3).

Los resultados obtenidos de las parcelas seleccionadas se establecieron un modelo estadístico lineal, en el que se analizo como un diseño de Bloques Completo al Azar con arreglos factorial con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Se empleo la metodología propuesta por Jiménez *et al.*, (2001) en donde los tratamientos consistieron en tres momentos de cortes, seleccionados en base a la fenología de la especie; de igual manera se empleo un manejo con fertilización y sin fertilización, los cortes se realizaron a una altura de 10 cm; considerando el inicio y finalización de la fase de crecimiento vegetativo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Distribución de los tratamientos en los diferentes momentos de corte de acuerdo a la fenología del teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz).

| Momentos de Cortes | Fechas | | | | Etapa Fenológica |
|--------------------|--------|-------|--------|--------|-----------------------------------|
| | SM*SF | CM*SF | CM*CF | SM*CF | Descripción |
| 1 | Junio | Junio | Junio | Junio | Inicio del crecimiento vegetativo |
| 2 | | Julio | Julio | Julio | Desarrollo Vegetativo |
| 3 | | | Agosto | Agosto | Inicio de floración |

SM*SF= Sin maleza (0% enhierbado) y Sin fertilización, CM*SF= Con maleza (100% enhierbado) y Sin fertilización; CM*CF= Con maleza (100% enhierbado) y Con fertilizado, SM*CF= Sin malezas (0% enhierbado) y Con fertilización.

Los tratamientos consistieron en tres fechas de corte, en el tratamiento uno se realizaron cuatro cortes correspondiente al mes de Junio (25 de Junio), como representativo del inicio de la fase de crecimiento vegetativo cuando la planta tenía alrededor de 8 hojas con alturas que oscilaron entre los 35 y 40 cm. El corte inicial el tratamiento dos fue el Julio (20 de Julio), dándose la fase inicial del desarrollo vegetativo, mas dos cortes que se realizaron en fechas posteriores coincidiendo con el primer corte del momento tres. El primer corte del momento tres se llevo a cabo en el mes de Agosto (20 de Agosto) más un corte correspondiente a la fase final de crecimiento vegetativo (Cuadro 3). Dichos cortes se realizaron dentro de la parcela útil del ensayo uno se muestrearon (cuatro repeticiones), en donde se evaluaron los momentos de cortes correspondiente a los diferentes periodos de la planta.

También se estableció un área de 40 m² con maíz (NB-6) y sorgo forrajero (*Sorghum vulgare*) utilizados para comparar estas dos especies con teocintle en cuanto a la cantidad de materia seca, fibra total y proteína total, el corte de las tres especies se efectuó cuando tenían 30 días de germinada las plantas llevando las muestras al laboratorio para su posterior análisis.

Análisis proximal o bromatológico de tallo y follaje

Este análisis se realizó en el laboratorio de bromatología de la Facultad de Ciencia Animal, Universidad Nacional Agraria. Los componentes a determinados consistieron en porcentajes de proteína total, fibra total y materia seca. Para ello se utilizó material vegetal (hoja, tallo, vástago) cuando la planta tenía 90 días de germinada.

El modelo aditivo lineal utilizado en el diseño de bloques completo al azar con arreglos en franjas, es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \tau_i + \alpha_j + (\alpha\tau)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

En donde

| | |
|----------------------|--|
| Y_{ijk} | Es el valor medio de las observaciones medidas en los distintos tratamientos de cada bloque conformado |
| μ | Es el efecto de la media muestral sobre el modelo |
| β_k | Es el efecto del k -ésimo bloque conformado |
| τ_i | Es el efecto del i -ésimo corte |
| α_j | Es el efecto de la j -ésima mes |
| $(\alpha\tau)_{ijk}$ | Es el efecto de la i -ésimo corte y de la j -ésima mes |
| ε_{ijk} | Es el efecto del error experimental |

4.7 Ensayo IV: Determinación de la tasa de degradación de la materia seca

Para determinar la tasa de degradación de la materia seca, se consideró el tiempo de incubación como variable independiente y el potencial digestible, como variable dependiente, para obtener el coeficiente de regresión, se aplicando el modelo matemático propuesto por Orskov y McDonald (1979), citado por Roa *et al.* (2012), y calculados los coeficientes por un programa de cuadrados mínimos iterativos mediante el algoritmo de Marquardt:

$$Y = a + b (1 - e^{-c*t})$$

Donde:

Y= Degradación potencial

t= Tiempo de incubación

a= Intercepto con el eje Y, en el tiempo cero. Representa el sustrato soluble completamente degradable que sale rápidamente de la bolsa de nylon.

b= Representa la fracción que se degrada a las, 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 y 96 horas.

c= Tasa de degradación

e= Logaritmo natural.

Se utilizó Minitab (2007) para el análisis estadístico de la degradación ruminal, y utilizado el procedimiento PROC NLIN de SAS (2008), para el análisis de varianza del modelo.

Para esto se tomo 15 kg de material fresco de teocintle, se trituró y homogenizó por medio del método de cuarteo hasta obtener la cantidad de material a utilizar (11,000 g), se secaron por tres días a 60 °C, posteriormente se pesó la materia seca. Se utilizaron dos vacas fistuladas de la raza Reyna las cuales tuvieron un periodo de adaptación de 15 días, en este tiempo se alimentaron con una dieta a base de material fresco triturado de Taiwan (*Pennisetum purpureum*).

Una vez transcurrido el tiempo de adaptación se realizó la medición de la degradación *in vivo* de la materia seca de teocintle. Se introdujeron las muestras en un dispositivo especial en el rumen, los tiempos de incubación en el rumen fueron 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 y 96 horas, por cada tiempo de incubación se utilizaron 4 bolsas de nylon obteniendo un total de 64 repeticiones.

Las muestras de 15 g, se introdujeron en bolsa de nylon con un tamaño de 140*90 mm, sujetándolas a la cánula mediante una cinta con un largo de 50 cm, esto facilito el movimiento libre de la digesta, pasando el tiempo de incubación, fueron extraídas, sacadas y sumergidas en una cubeta con agua fría para detener la fermentación y eliminar partículas adheridas a las bolsas, para ser secadas en un horno a una temperatura de 70 °C durante 24 horas, para poder tomar su peso.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Ensayo I: Fertilización y niveles de control de malezas en el teocintle anual de Nicaragua

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 (Jugenheimer, 1990).

En el Cuadro 4, se observa una síntesis del ANDEVA mostrando valores significativos de Pr ($\infty < 0.05$), obtenidos en los factores bloque, fertilización, control de malezas e interacción de fertilización y maleza (FER*MAL), de la misma manera el coeficiente de determinación (R^2) y el coeficiente de variación (CV). Gutiérrez (2000), manifiesta que los CV con mayores valores corresponden a características con mayor divergencia en los promedios para cada tratamiento. De acuerdo con Levín y Rubin (1996), los mayores valores R^2 indican menor cantidad en la variación desconocida, también representa la precisión del modelo estadístico aplicado en algunas variables evaluadas.

El análisis de varianza realizado a los factores objetos de estudio, determinó que el bloqueo contribuye significativamente únicamente en el área foliar (X13) y número de nudos con “mazorca” en el tallo principal (X9). La fertilización influyó en el número total de hojas (X1), longitud de hoja (X2), área foliar (X13), número de hijos (X8), número de nudos con “mazorca” en el tallo principal (X9) y la longitud de la bráctea de la “mazorca” (X22). González (2010), obtuvo valores promedio de 69.67 hojas por plantas para *Z. nicaraguensis*, con longitud de 80.67 cm y 6.33 cm de ancho. Estos resultados mostraron que el teocintle produce más espigas por planta a medida que aumenta la fertilidad.

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 (Barahona y Gago, 1996). Paliwal (2001), detalla que la hoja presenta afectaciones en su mayoría por el medio ambiente afectando el crecimiento de la misma.

Benz *et al.*, (1990), mencionan que el teocintle tiene una alta capacidad de producir hijos y hojas esto es difícil de distinguir en muchos casos cuando se realizan estudios *in situ*.

Cuadro 4. Significación estadística ($Pr > F$) en variables y factores en el teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz), con fertilización y niveles de control de malezas.

| VAR | Descripción | Bloques | FER | MAL | FER*MAL | CV (%) | R² |
|------------|--|----------------|------------|------------|----------------|---------------|----------------------|
| X1 | Número total de hoja | 0.240 | 0.050 | 0.010 | 0.005 | 13.42 | 0.93 |
| X2 | Longitud de hoja | 0.722 | 0.006 | 0.019 | 0.024 | 4.82 | 0.78 |
| X3 | Ancho de hoja | 0.464 | 0.110 | 0.009 | 0.856 | 8.53 | 0.81 |
| X4 | Altura de planta | 0.650 | 0.470 | 0.031 | 0.361 | 3.90 | 0.82 |
| X5 | Altura de la primer “mazorca” | 0.910 | 0.770 | 0.053 | 0.097 | 6.37 | 0.78 |
| X6 | Altura de la “mazorca” superior | 0.550 | 0.870 | 0.182 | 0.032 | 4.15 | 0.83 |
| X7 | Número de ramas laterales | 0.310 | 0.260 | 0.310 | 0.032 | 19.34 | 0.87 |
| X8 | Número de hijos | 0.104 | 0.006 | 0.002 | 0.602 | 29.97 | 0.88 |
| X9 | Número de nudos con “mazorca” en el tallo principal | 0.020 | 0.022 | 0.091 | 0.242 | 15.46 | 0.81 |
| X10 | Número de nudos con “mazorca” en las ramas laterales | 0.390 | 0.080 | 0.015 | 0.095 | 45.39 | 0.83 |
| X11 | Número de nudos con “mazorca” en los hijos | 0.295 | 0.890 | 0.001 | 0.078 | 22.60 | 0.91 |
| X12 | Longitud de la antepenúltima rama lateral | 0.620 | 0.090 | 0.017 | 0.140 | 32.50 | 0.87 |
| X13 | Área foliar | 0.050 | 0.020 | 0.032 | 0.473 | 9.82 | 0.80 |
| X18 | Longitud de la rama principal de la panoja | 0.667 | 0.416 | 0.106 | 0.002 | 6.18 | 0.89 |
| X19 | Longitud del entrenudo de la rama principal de la panoja | 0.988 | 0.605 | 0.150 | 0.003 | 10.32 | 0.85 |
| X20 | Longitud de entrenudo de la rama lateral de la panoja | 0.990 | 0.712 | 0.113 | 0.002 | 9.44 | 0.88 |
| X21 | Longitud de la “mazorca” | 0.299 | 0.144 | 0.034 | 0.995 | 14.63 | 0.84 |
| X22 | longitud de la bráctea de la “mazorca” | 0.069 | 0.049 | 0.021 | 0.647 | 13.59 | 0.83 |
| X23 | Número de “mazorca” por plantas | 0.339 | 0.709 | 0.001 | 0.067 | 22.44 | 0.91 |
| X28 | Ancho de la semilla | 0.711 | 0.985 | 0.014 | 0.141 | 11.23 | 0.86 |

*Si $Pr \leq 0.05$ es significativo (LSD, $\alpha=0.05$), de lo contrario es no significativo ($Pr > 0.05$), **VAR**= Variables, **FER** = Fertilización; **MAL**= niveles de control de malezas.

Los niveles de control de malezas, tuvo efecto significativos sobre 14 variables; entre la que podemos mencionar; longitud de la hoja (X2), área foliar (X13) y altura de la planta (X4), encontrándose plantas con seis metros de altura; de igual manera la altura de la primer “mazorca” (X5), número de nudos con “mazorca” en las ramas laterales (X10) y longitud de “mazorca” (X21). Según Cuadra (1998), estas variables constituyen un parámetro de gran importancia, al definir la velocidad del crecimiento de la planta, siendo influenciado por la fertilización y el control de maleza (Cuadro 4).

El análisis de varianza en las interacciones, puntualiza que el número total de hoja (X1) y longitud de hoja (X2), fueron influenciados directamente por el nivel de malezas y la fertilización; en los caracteres reproductivos altura de la “mazorca” superior (X6), longitud de la rama principal de la panoja (X18); longitud de entrenudos de la rama principal de la panoja (X19) y longitud de entrenudos de la rama lateral de la panoja (X20), fueron altamente significativos para la interacción de ambos factores, coincidiendo por lo planteado por Benavides (2003), encontró panojas mayores a los 25 cm en plantas de teocintle estudiadas *in situ* (Cuadro 4). Demostrando que en ausencia de la competencia de malezas y a medida que aumenta la fertilización afectan de manera significativa las variables de panoja.

Respecto a los caracteres de “mazorca” y fruto, el nivel de malezas, ejerció efecto en el ancho de semilla (X28). Benavides (2003), no obtuvo diferencias significativas en dichas variables, este autor afirma que el nivel de competencia con malezas no repercute sobre el ancho de semilla. Por el contrario Miranda (1977), manifiesta que el teocintle presenta una “mazorca” por cada nudo que esté presente en la parte aérea del tallo principal o en las ramas laterales, siendo esta característica influenciada por el grado de competencia y fertilización, de igual manera este autor afirma que en el teocintle la producción de semilla es abundante (Cuadro 4 y Anexo, Cuadro 2a).

5.1.1 Caracteres de tallo y hojas

Cada una de las variables de los factores estudiados fueron sometidas a un análisis mediante la técnica de separación de medias según LSD ($\alpha=0.05$), se observó que las malezas, tiene un efecto sobre el número total de hoja (X1), ancho de hoja (X3), área foliar (X13) y altura de la primer “mazorca” (X5), la fertilización difieren únicamente para el área foliar (X13), las parcelas fertilizadas y con tres limpieza mostraron hojas de mayor tamaño, superando en promedio a las parcelas que no recibieron ningún tipo de fertilizante y con malezas. González (2010) y Loáisiga *et al.*, (2012), en estudios *ex situ* reportan valores mayores a los 10 cm, para el ancho de hoja (Cuadro5 y Anexo, Cuadro 2a).

Cuadro 5. Separaciones de media para las variables de tallo y hojas en el teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz).

| | Variables | | | | |
|------------|-------------|-----------|--------------|------------|--------------|
| | X1 | X3 | X4 | X5 | X13 |
| CF | 153.29 a | 6.85 a | 340.78 a | 340.78 a | 753.18 a |
| SF | 120.66 a | 6.50 a | 337.62 a | 337.62 a | 708.38 b |
| SM | 137.12 ab | 6.24 b | 521.33 a | 336.25 b | 699.02 b |
| CM | 120.82 b | 6.52 b | 509.67 ab | 354.66 a | 701.10 b |
| 3 L | 152.98 a | 7.27 a | 492.00 b | 326.69 b | 792.22 a |
| LSD | 26.82 | 0.83 | 28.92 | 31.55 | 104.76 |
| IC | 136.97±16.2 | 6.64±0.38 | 440.28±92.87 | 339.8±10.1 | 730.78±40.83 |

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente (LSD, $\alpha=0.05$), en cada una de las hileras para cada una de las variables. **CF**= Con fertilización; **SF**= Sin fertilización; **SM**= Sin maleza (0% enhierbado); **CM**= Con malezas (100% enhierbado); **3 L**= Tres limpiezas; **IC**=Intervalo de confianza ($IC=\mu \pm \sigma$).

Rodríguez y Salazar (1996), aseveran que la longitud y el ancho de hoja están estrechamente correlacionados, por consiguiente cuando se tienen hojas de gran longitud, se tienen diámetros mayores. Cabe mencionar que las parcelas que se les realizaron tres limpiezas mostraron mayores valores promedios para el ancho de hoja (X3), superando a las áreas con malezas y limpias. Por otro lado González (2010), obtuvo promedios inferiores a los obtenidos en el presente estudio para esta variable.

La altura de la planta (X4), es una característica determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis. Benavides (2003), Rodríguez y Salazar (1996), registran alturas de 1.5 a 6 m. Ortiz *et al.*, (1984) en investigaciones en *Zea* spp, determino que estas características están confinadas a la especie bajo estudio, independientemente del manejo empleado; por otro lado Benavides y Loáisiga (1997), reportan plantas con alturas mayores a los 6 m, en su hábitat natural (Cuadro 5 y Anexo, Cuadro 2a).

El área de la hoja depende del tamaño de la misma, la posición con respecto al tallo, edad y las condiciones ambientales de luz y temperatura (Tapia y Camacho, 1988). El área foliar (X13), reflejó que los niveles de maleza influyó significativamente siendo las parcelas manejadas con tres limpiezas las que superaron a las restantes; de igual manera la fertilización presento un efecto significativo para esta variable, las plantas fertilizadas superan a aquellas que no recibieron ningún tipo de fertilización, a medida que la planta va creciendo el área foliar aumenta, teniendo una influencia directa sobre la altura de inserción de mazorca.

Félix (1986) y Alanís (1989), explican que a medida que se aproxima el llenado de fruto el área foliar disminuye, esto se debe a la pérdida del follaje producto de la senescencia natural de la planta. De igual manera la altura de inserción de la mazorca, está condicionada al tamaño de la planta al igual que la producción de frutos. Las menores alturas de la primer “mazorca” (X5), en las parcelas evaluadas se encuentran en las áreas con malezas (Cuadro 5 y Anexo, Cuadro 2a).

Los hijos son todos aquellos tallos que emergen del suelo, a orillas del tallo principal de la planta. En lo concerniente a esta variable (X8), se determinó que la menor cantidad de hijos se encontraron en las parcelas no fertilizadas. López (1991), expresa que esto se debe a la competencia de las plantas por luz, nutrientes, humedad y espacio, en cuanto a los niveles de maleza, la mayor cantidad de hijos se obtienen cuando la planta está libre de competencia. Rodríguez y Salazar (1996), reportaron rangos de ahijamiento en el teocintle desde 1.67 a 3.33 hijos, cuando están bajo competencia con las malezas.

En cuanto al número de nudos con “mazorca” en el tallo principal (X9), la mayor cantidad, se contabilizaron en las plantas que no se les aplicó fertilizantes, por otro lado Benavides y Loáisiga (1997), indican que la cantidad de nudos se muestra cuando las plantas están libres de malezas, lo que permite un buen desarrollo de la misma (Cuadro 6 y Anexo, Cuadro 2a).

El menor número de nudos con “mazorca” en los hijos (X11), se localizó en parcelas manejados con tres limpiezas. Miranda (1977), expresa que esta característica está ampliamente influenciado por la fertilidad, independientemente del nivel de competencia de la planta. La cantidad de nudos con “mazorca” en las ramas laterales (X10), están en áreas sin malezas, concordando con Benavides (2003), quien plantea que el teocintle tiene una alta capacidad de producir ramas laterales capaces de producir “mazorcas” con semillas fértiles, cuando se está libre de competencia (Cuadro 6).

Cuadro 6. Separación de medias para las variables, de tallo e hijos en el teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz).

| | Variables | | | |
|------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| | X8 | X9 | X10 | X11 |
| CF | 6.09 a | 9.98 a | 32.44 a | 54.81 a |
| SF | 4.19 b | 9.37 b | 41.29 a | 55.47 a |
| SM | 7.25 a | 10.55 a | 52.87 a | 70.43 a |
| CM | 4.40 b | 9.55 a | 32.33 ab | 55.75 ab |
| 3 L | 3.78 b | 8.88 a | 25.401 b | 39.23 b |
| LSD | 2.26 | 1.67 | 24.40 | 15.76 |
| IC | 5.14 ± 1.47 | 9.66 ± 0.63 | 36.86 ± 10.57 | 55.14 ± 11.04 |

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente (LSD, $\alpha=0.05$), en cada una de las hileras para cada una de las variables. **CF**= Con fertilización; **SF**= Sin fertilización; **SM**= Sin maleza (0% enhierbado); **CM**= Con malezas (100% enhierbado); **3 L**= Tres limpiezas; **IC**=Intervalo de confianza ($IC=\mu \pm \sigma$).

5.1.2 Caracteres de inflorescencia y frutos

La panoja es la parte masculina de la planta, esta contiene el polen que a su vez tiene la función de polinizar la espiga (parte femenina “mazorca”); ésta estructurada por un eje central, con ramas laterales primarias, secundarias y terciarias (Reyes, 1990). Se observó que la menor longitud de entrenudos de la rama lateral de la panoja (X20), perteneció al tratamiento con tres limpiezas, siendo superados por los demás (Cuadro 7 y Anexo, Cuadro 2a).

La inflorescencia femenina, consiste en dos hileras de pares de espiguillas que nacen en un segmento del raquis llamado copilla, cavidad que está encerrada por la gluma inferior endurecida, esta capa dura es la que cubre por completo al fruto, en cuanto a la longitud de la bráctea de la “mazorca” (X22), los tratamientos sin fertilización y con tres limpiezas, superaron a los demás.

En el Cuadro 7, se observa que la cantidad de semillas por mazorca (X30), aumenta cuando se aplica fertilización. Miranda (1977), plantea que la producción de semillas en el teocintle está asociada a la fertilidad del suelo y al grado de competencia con las malezas. Bird (1978), encontró que los parientes silvestres del maíz en América Central cuentan con un rango de 6.3 a 6.5 semillas por “mazorca”.

Cuadro 7. Separación de medias para las variables, de panoja en el teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis& Benz).

| | Variables | | | |
|------------|-----------|-----------|--------------|-----------|
| | X20 | X22 | X23 | X30 |
| CF | 6.52 a | 6.83 b | 371.29 a | 6.43 a |
| SF | 6.69 a | 7.39 a | 383.46 a | 5.96 b |
| SM | 6.55 ab | 6.76 b | 486.05 a | 6.40 a |
| CM | 6.97 a | 6.86 ab | 376.38 ab | 5.73 a |
| 3 L | 6.30 b | 8.00 a | 269.68 b | 6.44 a |
| LSD | 0.78 | 1.41 | 123.56 | 0.69 |
| IC | 6.61±0.25 | 7.17±0.53 | 377.37±76.62 | 6.19±0.33 |

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente (LSD, $\alpha=0.05$), en cada una de las hileras para cada una de las variables. **CF**= Con fertilización; **SF**= Sin fertilización; **SM**= Sin maleza (0% enhierbado); **CM**= Con malezas (100% enhierbado); **3 L**= Tres limpiezas; **IC**=Intervalo de confianza ($IC=\mu \pm \sigma$).

El maíz y sus parientes silvestres logran producir grandes cantidades de frutos al contar con nutrientes disponibles en cantidades suficientes en el suelo, el nitrógeno ejerce una influencia positiva en el ahijamiento, número de frutos por “mazorca” (X30), peso y tamaño de los frutos (X25 y X27). En cuanto al número de “mazorca” por planta (X23), el tratamiento sin malezas, mostró los mayores resultados, el cual supera los demás tratamientos, estos valores son muy similares a los reportados por González (2010) y Loáisiga *et al.*, 2012.

5.1.3 Correlación entre variables

La correlación determina el grado de asociación que existe entre dos descriptores. La correlación se mide mediante el coeficiente R, y el valor está entre 0 y ± 1 , y entre más cercano es a ± 1 , la relación es mayor (Hidalgo, 2003).

El presente estudio se encontró que existe una alta correlación entre el número de nudos con “mazorca” en los hijos (X11) y el número de nudos con “mazorca” en las ramas laterales (X10), lo que está en dependencia directa con el número de nudos con “mazorca” en el tallo principal ($r=0.64$, $r=0.74$, $p=0.01$), lo que significa que entre mayor cantidad de ramas laterales tenga la planta mayor será la cantidad de nudos con “mazorca”, de igual forma se obtuvo una alta correlación entre las longitud del entre nudo de la rama lateral de la panoja (X20) y longitud del entre nudo de la rama principal de la panoja ($r=0.89$, $p=0.01$), en el grupo II (Figura 7 y Anexo, Cuadro 4a).

De igual manera, la variable número de “mazorca” por planta (X23) estuvo correlacionada con el número de nudos con “mazorca” en los hijos (X11), donde la relación es altamente significativa ($r=0.99$, $p=0.01$). Para la relación de la variable longitud de la semilla (X27) y el peso de la misma (X25), demostrando que entre mayor sea la semilla mayor será su peso, ($r=0.98$, $p=0.01$); esto mismo se refleja para el ancho de semilla (X28) con las variables peso ($r=0.81$, $p=0.01$) y longitud de semilla ($r=0.81$, $p=0.01$), la cual es una relación altamente significativa, conformando el clúster uno (Figura 7 y Anexo, Cuadro 4a).

En lo que concierne a la relación número de nudos con “mazorca” en los hijos (X11) y ancho de semilla (X28), se determinó una correlación inversamente significativa ($r=-0.58$, $p=0.01$), los hijos con mayor cantidad de nudos con “mazorca” mostraron semilla de menor ancho. Dichos resultados son similares a los reportados por Benavides (2003) y González (2010).

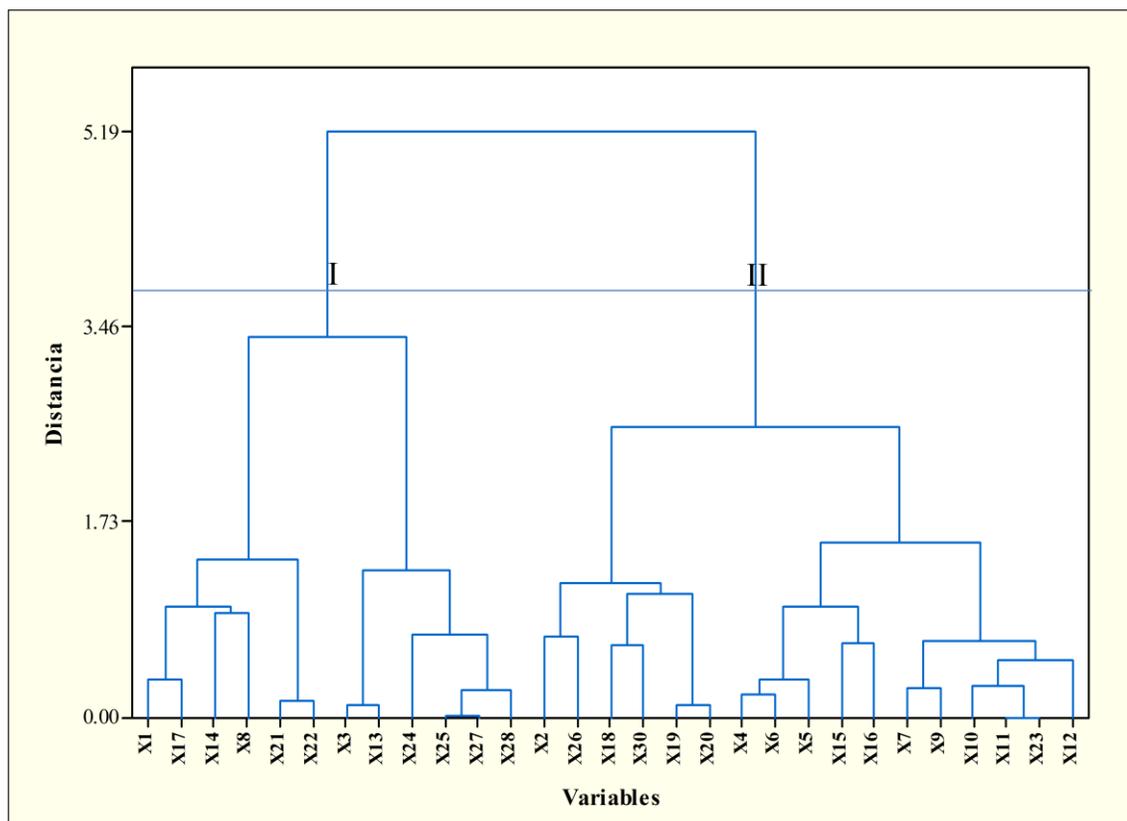


Figura 7. Dendrograma de la correlación de variables de los tratamientos (fertilización y niveles de control de malezas).

5.1.4 Análisis de Componentes Principales

Los resultados de los CP, son interpretados tomando como base sus valores y vectores propios. Los valores propios y la variación total explicada de los CP, así como la proporción de la variación total. Se observó que la variación asociada a los tres primeros componentes explicó el 51 %, de la variación total.

La interpretación de los vectores propios y la correlación entre los descriptores originales y los CP se deben centrar en los coeficientes; mientras más altos sean estos, independientemente del signo, más eficientes serán en la discriminación. Los descriptores con coeficientes negativos (-) significan que están caracterizando en sentido contrario a los descriptores positivos (+) y viceversa, este último aspecto es corroborado por Rojas (2003).

En el Cuadro 8, se observan las varianzas que aportan cada una de las variables a los respectivos componentes, mostrando el CP-1 aisló el 26 % de la variación total, en las que sobresalen las siguientes variables: número de nudos con “mazorcas” en el tallo principal (X9); número de nudos con “mazorcas” en los hijos (X11), número de “mazorcas” por planta (X23), número de nudos con “mazorcas” en las ramas laterales (X10), altura de la planta (X4), altura de la primer mazorca (X5), altura de la mazorca superior (X6).

El segundo componente CP-2 sobresalieron las siguientes variables: peso de semilla (X25), longitud de semilla (X27), ancho de semilla (X28) y longitud de mazorca (X21), este componente aisló el 14 % de la variación total, en cambio el componente tres aportó el 11 % de la variación, las variables más importante se encuentran: longitud de entrenudo de la rama principal de la panoja (X19), número de semilla por mazorca (X30) y longitud de hoja (X2). Rojas (2003) menciona que la interpretación de los vectores y la correlación entre los descriptores originales y los componentes se deben centrar en los coeficientes, aquellos valores más alto serán los que más ayuden a discriminar independientemente del signo (Cuadro 8).

Estos resultados son similares a los encontrados por Benavides (2003) y Loáisiga *et al.*, (2012), al estudiar teocintle mesoamericanos. Dicha contribución confirma lo planteado por Sánchez *et al.*, (1998) y González (2010).

Cuadro 8. Porcentaje de información, contenida por los componentes principales en el teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz).

| Componente Principales | Variación (%) | Variación Acumulada (%) | Variables, Discriminantes (Aportes descendente) |
|------------------------|---------------|-------------------------|---|
| CP-1 | 26 | 26 | X23, X11, X4, X9, X10, X6, X5 |
| CP-2 | 14 | 40 | X25, X27, X28, X21 |
| CP-3 | 11 | 51 | X19, X30, X2 |
| CP-4 | 9 | 60 | X17, X30, X10 |
| CP-5 | 7 | 67 | X22, X21 |

5.1.5 Análisis de Agrupamientos

En forma general al analizar los resultados mediante el método Ward y la distancia Euclidia, se logro agrupar los tratamientos con una correlación cofenética significativa (0.80), en dos clústeres, el primero lo conforman las áreas manejadas con tres limpiezas, las interacción sin fertilización y sin malezas se separaran de las demás tratamientos, (Figura 8), en donde la altura de planta (X4), número de hijos (X8), número de ramas laterales (X7), número de “mazorca” por planta (X23), contribuyeron a separar los tratamientos evaluados, resultados similares son reportados por González (2010) y Sánchez *et al.*, (1998).

Estudios realizados por Rodríguez y Salazar (1996) y Benavides (2002 y 2003), encontraron que los valores obtenidos en los descriptores morfológicos son de mayor importancia; cuando se caracterizan *ex situ*, dando una respuesta al cambio ambiental y al manejo implementado (Figura 8).

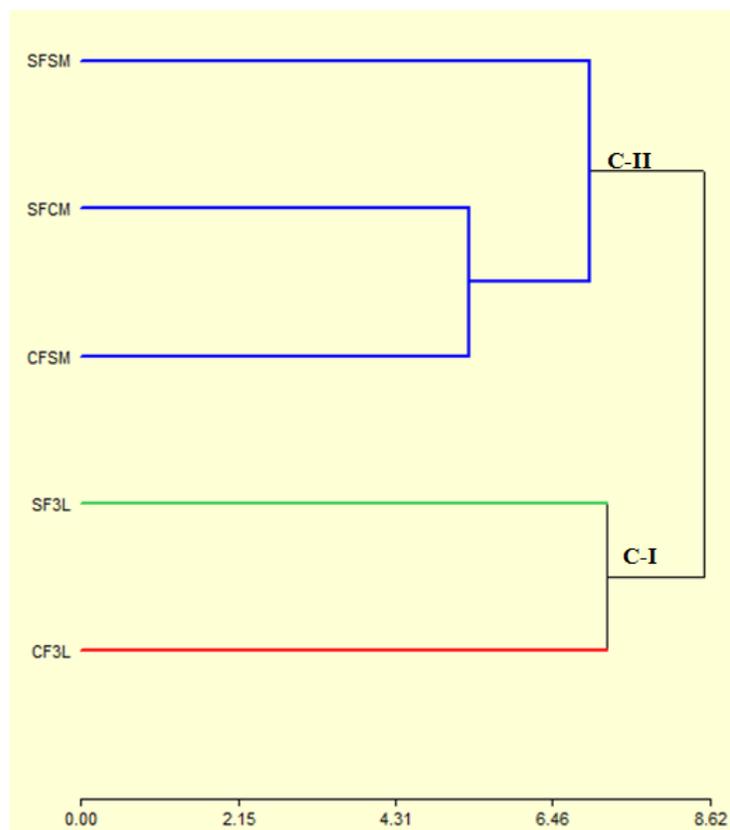


Figura 8. Dendrograma de la relación del teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz), sometido a fertilización y niveles de malezas.

5.2 Ensayo II: Evaluación de fertilización y densidad de siembra en el teocintle de Nicaragua

El teocintle anual establecido *ex situ* presentó un comportamiento muy similar al observado en estudios *in situ*, la floración ocurrió en octubre y noviembre, estos meses se caracterizan por tener noches largas, la cosecha se efectuó en diciembre y enero. En las áreas sin malezas la floración fue mayor; resultados similares reportaron Canales y Miranda (1984), Benavides (2003).

En el Cuadro 9, se resume el análisis de varianza, mostrando algunos parámetros estadísticos de importancia, se puede observar que el bloqueo influyó significativamente para la longitud de hoja (X2), altura de la planta (X4), longitud de panoja (X16), longitud de la parte ramificada de la panoja (X17) y longitud de la rama principal de la panoja (X18), una vez analizado el factor fertilización se determinó que este influye significativamente sobre 14 variables; el número de hijos (X8), longitud de la parte ramificada de la panoja (X17), longitud del entrenudo de la rama principal de la panoja (X19) entre otras.

Según Rodríguez y Salazar (1996), en sus primeras etapas la planta de teocintle muestra características muy distintivas que hace más fácil su identificación en campo, como es el caso de los hijos; las ramificaciones presentes en el tallo principal, esto hace que disminuya la competencia con las malezas, logrando de esta forma un mejor aprovechamiento de los recursos presentes en el suelo. De igual manera la altura de planta está influenciada por diferentes factores, tales como: humedad, temperatura y la competencia de malezas.

De acuerdo a Robles (1990), la composición de nitrógeno del fertilizante sistémico es uno de los factores más importantes que inciden en el desarrollo de la planta. Al analizar el factor densidad de siembra se encontró efecto significativo en 12 variables, únicamente la longitud de la hoja (X2), longitud de la parte ramificada de la panoja (X17), longitud de la rama principal de la panoja (X18), longitud de “mazorca” (X21) y longitud de la bráctea (X22), no fueron influenciadas por este factor.

Cuadro 9. Significación estadística ($Pr > F$) del ANDEVA efectuado al teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz).

| VAR | Descripción | Bloque | FER | DEN | FER*DEN | CV (%) | R² |
|------------|---|---------------|------------|------------|----------------|---------------|----------------------|
| X1 | Número total de hoja | 0.762 | 0.016 | 0.003 | 0.006 | 19.41 | 0.95 |
| X2 | Longitud de hoja | 0.046 | 0.329 | 0.803 | 0.632 | 8.25 | 0.72 |
| X4 | Altura de planta | 0.067 | 0.001 | 0.005 | 0.003 | 6.00 | 0.98 |
| X5 | Altura de la primer “mazorca” | 0.029 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 5.37 | 0.98 |
| X6 | Altura de la “mazorca” superior | 0.156 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 7.21 | 0.98 |
| X7 | Número de ramas laterales | 0.581 | 0.001 | 0.004 | 0.575 | 22.49 | 0.92 |
| X8 | Número de hijos | 0.078 | 0.017 | 0.001 | 0.015 | 31.49 | 0.92 |
| X10 | Número de nudos con “mazorca” en las ramas laterales | 0.257 | 0.034 | 0.001 | 0.041 | 41.19 | 0.91 |
| X11 | Número de nudos con “mazorca” en los hijos | 0.657 | 0.011 | 0.024 | 0.003 | 23.01 | 0.95 |
| X15 | Número de ramas en la panoja | 0.386 | 0.001 | 0.018 | 0.093 | 11.13 | 0.92 |
| X16 | Longitud de la panoja | 0.008 | 0.001 | 0.010 | 0.455 | 6.77 | 0.88 |
| X17 | Longitud de la parte ramificada de la panoja | 0.026 | 0.009 | 0.082 | 0.506 | 15.22 | 0.86 |
| X18 | Longitud de la rama principal de la panoja | 0.007 | 0.128 | 0.485 | 0.007 | 9.66 | 0.83 |
| X20 | Longitud de entrenudo de la rama lateral de la panoja | 0.770 | 0.077 | 0.008 | 0.171 | 7.00 | 0.87 |
| X21 | Longitud de la “mazorca”, | 0.720 | 0.029 | 0.490 | 0.587 | 14.17 | 0.74 |
| X22 | Longitud de la bráctea de la “mazorca”. | 0.739 | 0.004 | 0.178 | 0.461 | 11.99 | 0.85 |
| X23 | Número de “mazorca” por planta | 0.651 | 0.007 | 0.016 | 0.002 | 20.97 | 0.96 |

* Si $Pr \leq 0.05$ es significativo ($LSD_{\alpha=0.05}$), de lo contrario es no significativo ($Pr > 0.05$), **VAR**=Variable, **FER** (Fertilización); **DEN** (Densidad).

Estos resultados concuerdan con los reportados con Miranda (1977), quien menciona que el teocintle produce más espigas o “mazorca” y hojas, cuando aumenta la fertilidad del suelo y a medida que disminuye la competencia con las malezas, así mismo Benz (2001), expone que se debe a la competencia con malezas que estimulan esta característica de la especie (Cuadro 9). En cuanto al número de ramas laterales, Camacho y Bonilla (1999), expresan que está influenciada por el incremento de la densidad de plantas en campo por lo tanto esta variable está estrechamente relacionada con la altura de la planta.

5.2.1 Caracteres de tallo y hojas

Según Sánchez *et al.*, (1998), los estudios taxonómicos están muy relacionados con las condiciones ambientales en la que se desarrolla la planta bajo estudio. Al analizar las variables de tallos y hojas se determinó que el número de hojas por planta (X1), fue muy influenciado por la fertilización y la distancia de siembra (0.8 m). Robles (1990), manifiesta que el número de hojas depende del número de nudos presentes en el tallo, al emerger de cada nudo una hoja.

La altura de planta (X4), ancho de hoja (X3), número de ramas laterales (X7), altura la primer “mazorca” (X5), y “mazorca” superior (X6) y diámetro de tallo (X14); están influenciadas por la fertilización y las densidades de siembra (Cuadro 10 y Anexo; Cuadro 2a). Sin embargo Robinson (1965), plantea que esto son caracteres vinculados a la heredabilidad, las cuales son alteradas por las competencias con otras especies, los resultados obtenidos son muy similares a los reportados por González (2010), Loáisiga *et al.*, (2012) en estudios en teocintle mesoamericanos.

Cuadro 10. Separación de medias para las variables de tallo y hojas en el teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz).

| | Variables | | | | |
|----------------|-----------|------------|------------|-------------|---------|
| | X1 | X4 | X5 | X6 | X7 |
| CF | 106.40 a | 532.33 a | 319.55 a | 472.89 a | 8.94 a |
| SF | 48.63 b | 420.12 b | 241.77 b | 370.67 b | 5.48 b |
| D 0.6 m | 63.46 b | 525.34 a | 295.65 a | 464.67 a | 9.14 a |
| D 0.8 m | 88.36 a | 509.5 a | 304.67 a | 461.33 a | 7.59 a |
| D 1 m | 80.73 ab | 393.84 b | 241.67 b | 339.34 b | 7.48 a |
| LSD | 21.95 | 41.67 | 21.98 | 44.32 | 2.38 |
| IC | 77.52±2.3 | 476.2±64.4 | 280.6±36.6 | 421.78±6.10 | 7.2±1.9 |

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente (*LSD*, $\alpha=0.05$), en cada una de las hileras para cada una de las variables. **CF**= Con fertilización; **SF**= Sin fertilización; **D 0.6 m**= Distancia de siembra 60 cm; **D 0.8 m**= Distancia de siembra 80 cm; **D 1 m**= Distancia de siembra 100 cm; **IC**=Intervalo de confianza ($IC=\mu\pm S$).

Benavides (2003) enfatizo, que la especie *Z. nicaraguensis*, posee una alta capacidad en la producción de hijos y ramas laterales, aumentando su número cuando se encuentra libre de competencia. En este sentido se encontró que el número de hijos (X8), y nudos con “mazorca” en los hijos (X11), ramas laterales (X10) y número de “mazorca” por planta (X23); son mayores cuando se aplicó fertilización, la mayor cantidad de hijos, se desarrolló cuando las plantas se establecieron a mayores distancias de siembra; por consiguiente el número de nudos con “mazorca” fue mayor bajo estas condiciones; caso contrario ocurrió para el número de ramas laterales la mayor cantidad promedio se mostró a menor distancia de siembra (Cuadro 11, Anexo, Cuadro 3a).

Cuadro 11. Separación de medias para las variables, de tallo e hijos en el teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Ittis & Benz).

| | Variables | | | |
|----------------|------------------|------------|-------------|--------------|
| | X8 | X10 | X11 | X23 |
| CF | 6.01 a | 31.1 a | 60.34 a | 403.27 a |
| SF | 2.49 b | 10.25 b | 32.95 b | 217.47 b |
| D 0.6 m | 3.21 b | 27.68 a | 53.33 a | 375.83 a |
| D 0.8 m | 4.11 ab | 18.46 b | 46.74 a | 306.70 a |
| D 1 m | 5.43 a | 15.89 b | 36.86 a | 248.57 a |
| LSD | 1.96 | 12.43 | 15.66 | 94.94 |
| IC | 4.25±1.47 | 15.08±9.1 | 46.04±11.33 | 310.37±79.65 |

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente (*LSD*, $\alpha=0.05$), en cada una de las hileras para cada una de las variables. **CF**= Con fertilización; **SF**= Sin fertilización; **D 0.6 m**= Distancia de siembra 60 cm; **D 0.8 m**= Distancia de siembra 80 cm; **D 1 m**= Distancia de siembra 100 cm; **IC**=Intervalo de confianza ($IC=\mu\pm S$).

5.2.2 Caracteres de inflorescencia y frutos

La panoja constituye el órgano reproductor masculino, en el teocintle ocurre la floración a finales del mes de octubre, esto comprende entre los 90 y 100 días después de la siembra, la panoja está conformada por pares de espiguillas, cada una de ellas contiene dos flores masculinas fértiles (Rodríguez y Salazar, 1996). La mayor longitud de entrenudo de la rama lateral de la panoja (X20), estuvieron en aquellas plantas que recibieron fertilización y establecidas a 0.8 m, resultados similares fueron reportados por Gonzales (2010) y Loáisiga *et al.*, (2012). Parsons (1990), publicó que un mayor número de ramas primarias de la panoja contribuyen al incremento del número de granos de polen, repercutiendo en el desarrollo del fruto (Cuadro 12 y Anexo, Cuadro 3a).

De igual manera la parte ramificada de la panoja (X17), longitud de “mazorca” (X21) y longitud de la bráctea de la “mazorca” (X22), se presentó cuando se tenían plantas sembradas a un metro. López (1997), señala que esta característica puede variar y está determinada en primer lugar con condiciones genéticas y al clima. La longitud de panoja (X16) y número de semillas por “mazorca” (X30), se mostraron en las plantas fertilizadas y establecidas a 0.6 m entre planta (Cuadro 12, Anexo, Cuadro 3a). Resultados similares son reportados por González (2010), Rodríguez y Salazar (1996).

Cuadro 12. Separación de medias para las variables, de panoja en el teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz).

| | Variables | | | | | |
|----------------|-----------|----------|------------|-----------|---------|-----------|
| | X15 | X16 | X17 | X20 | X21 | X22 |
| CF | 18.66 a | 48.48 a | 39.88 a | 6.01 a | 8.88 a | 6.83 a |
| SF | 15.97 b | 45.05 b | 39.00 a | 2.49 b | 9.28 a | 7.51 a |
| D 0.6 m | 17.89 ab | 49.36 a | 9.69 a | 49.36 a | 9.08 b | 6.93 b |
| D 0.8 m | 19.46 a | 50.42 a | 8.32 a | 50.42 a | 8.11 c | 6.40 b |
| D 1 m | 14.59 b | 42.69 b | 6.82 ab | 42.69 b | 10.05 a | 8.17 a |
| LSD | 2.81 | 4.70 | 1.80 | 0.69 | 1.89 | 1.25 |
| IC | 17.31±2 | 47.2±3.2 | 20.74±17.1 | 24.2±21.5 | 9.1±0.7 | 7.17±0.69 |

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente (*LSD*, $\alpha=0.05$), en cada una de las hileras para cada una de las variables. **CF**= Con fertilización; **SF**= Sin fertilización; **D 0.6 m**= Distancia de siembra 60 cm; **D 0.8 m**= Distancia de siembra 80 cm; **D 1 m**= Distancia de siembra 100 cm; **IC**=Intervalo de confianza ($IC=\mu\pm S$).

5.2.3 Correlación entre variables

Los descriptores utilizados en este trabajo para agrupar y relacionar, con mayor precisión son los propuestos por Sánchez *et al.*, (1998). La mayor parte de descriptores evaluados cuentan con una asociación directa o inversa, llegando a conformar tres grupos bien definidos. El clúster uno agrupa un total de nueve variables sobresaliendo el número total de hojas (X1) y la cantidad de hijos por planta ($r=0.81$, $p=0.01$), de igual manera la longitud de semilla (X27) y ancho de semilla ($r=0.67$, $p=0.01$). El grupo dos está conformado por dieciséis variables, en donde podemos mencionar una correlación directa en la longitud de la panoja (X16), con la longitud de la parte ramificada de la panoja ($r=0.71$, $p=0.01$), altura de la primer “mazorca” ($r=0.60$, $p=0.01$) y altura de la “mazorca” superior ($r=0.64$, $p=0.01$).

Existente una correlación significativa y positiva entre la longitud de la panoja y la altura de la primer “mazorca”. Benavides (2002 y 2003), determinó que la panoja alcanza una longitud de hasta 50 centímetros en las plantas de gran altura (5 a 6 m), esto concuerda por lo planteado por Iltis y Benz (2000) y Loáisiga *et al.*, (2012).

Para la variable, altura de planta (X4), se decretó una asociación muy estrecha con las variables la altura de la primer “mazorca” ($r=0.92$, $p=0.01$), altura de la “mazorca” superior ($r=0.99$, $p=0.01$) y ancho de hoja ($r=0.47$, $p=0.05$), en cambio la longitud de la hoja (X2), esta correlacionado con el área foliar ($r=0.72$, $p=0.01$), también se observó que el área foliar está estrechamente relacionada con el ancho de hoja ($r=0.82$, $p=0.01$).

En lo concerniente al grupo tres, lo constituyen cuatro variables; la variable longitud de la “mazorca” (X21), se comprobó que esta correlacionada con la longitud de la bráctea (X22) y número de semillas por mazorca (X30), donde la relación es altamente significativa ($r=0.67$, $p=0.01$) y ($r=0.41$, $p=0.01$) respectivamente (Figura 9, Anexo; Cuadro 1a). Dicho resultados son similares a los reportados por Benavides (2003), González (2010) y Loáisiga *et al.*, (2012).

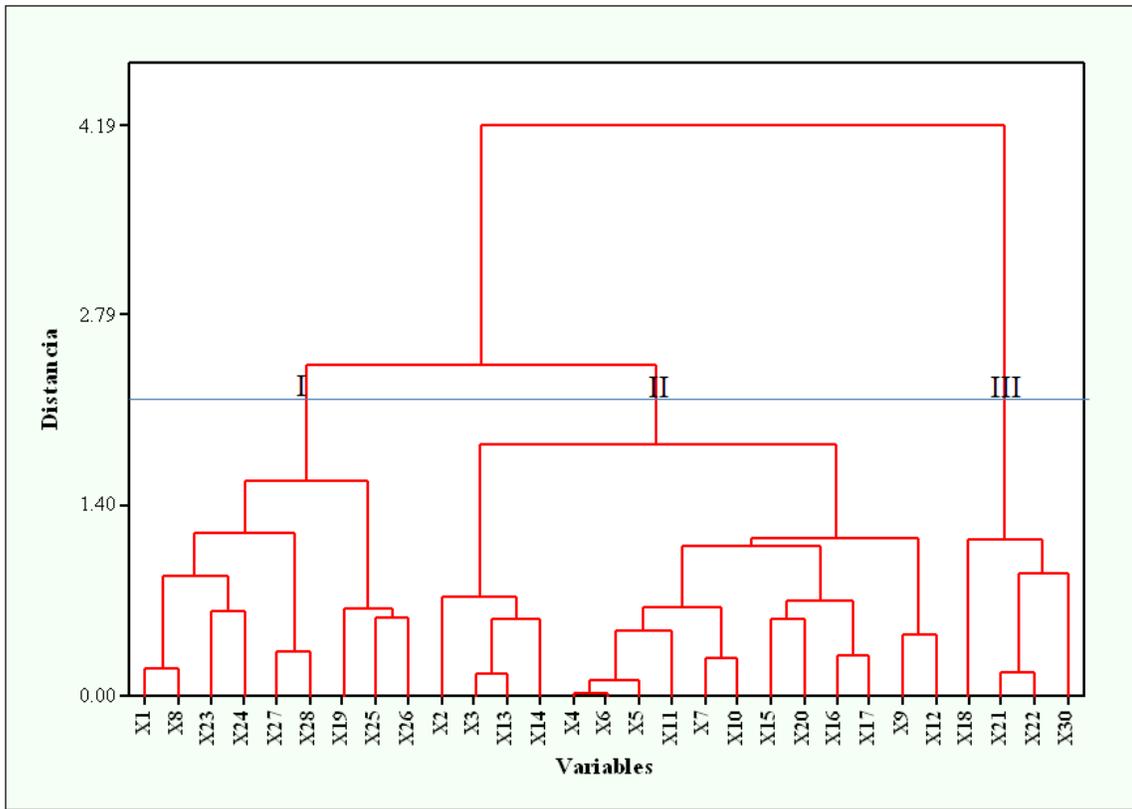


Figura 9. Dendrograma de la correlación de variables de los tratamientos (fertilización y distancias de siembra).

5.2.4 Análisis de Componentes Principales

De acuerdo a Pla (1986), aquellos descriptores con un mayor valor en su vector son los que están aportando en mayor grado a la variación en cada uno de los componentes. El primer componente aportó el 32 % de la variación total (Cuadro 13), sobresaliendo las siguientes variables: altura de planta (X4), altura de la primer “mazorca” (X5), altura de la “mazorca” superior (X6), número de ramas laterales (X7), longitud de la bráctea de la “mazorca” (X22), número de hijos (X8), número de ramas de la panoja (X15), longitud de entrenudos de la rama lateral de la panoja (X20) y número de nudos con “mazorcas” en los hijos (X11).

El segundo componente aportó a la variación total un 11 %, siendo las variables longitud de la panoja (X16), longitud de la rama principal de la panoja (X18), y número de “mazorcas” por planta (X23), las variables destacadas. El componente tres y cuatro aportaron el 9 % respectivamente, donde la longitud de hoja (X2), número de semillas por “mazorca” y número de nudos con “mazorca” en los hijos (X11), se destacan en el tercer componente. De igual manera el ancho de hoja (X3), área foliar (X13) y peso de semilla (X25), para el componente cuatro. Benavides (2003), González (2010) y Loáisiga *et al.*, (2012), en estudios realizados con especies mesoamericanas obtuvo resultados similares a los encontrados en el presente estudio (Cuadro 13).

Cuadro 13. Análisis de los componentes principales para descriptores evaluados en el teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz).

| Componente Principales | Variación (%) | Variación Acumulada (%) | Variables, Discriminantes (Aportes a la variación) |
|------------------------|---------------|-------------------------|---|
| CP-1 | 32 | 32 | X4, X5, X6, X7, X22, X8, X15, X20, X11 |
| CP-2 | 11 | 43 | X16, X18, X23 |
| CP-3 | 9 | 52 | X2, X30, X11 |
| CP-4 | 9 | 61 | X3, X13, X25 |
| CP-5 | 6 | 67 | X24, X20 |

5.2.5 Análisis de Agrupamientos

Mediante el método Ward y la distancia Euclidia (52), se agruparon los tratamientos con una correlación cofenética significativa (0.85), en tres grupos; cuando el teocintle es sometido a diferentes densidades de siembra, las menores distancia de siembra conforman el primer grupo, en donde la fertilización tiene un efecto bien definido, sobre el comportamiento de la planta, este grupo representa el 66.67 %. Dichos resultados son similares a los reportados por Wilkes (1996) y Sánchez *et al.*, (1998). El grupo dos lo conforman la combinación sin fertilizar y la distancia de siembra de 0.8 m, representando el 16.67 % (Figura 10).

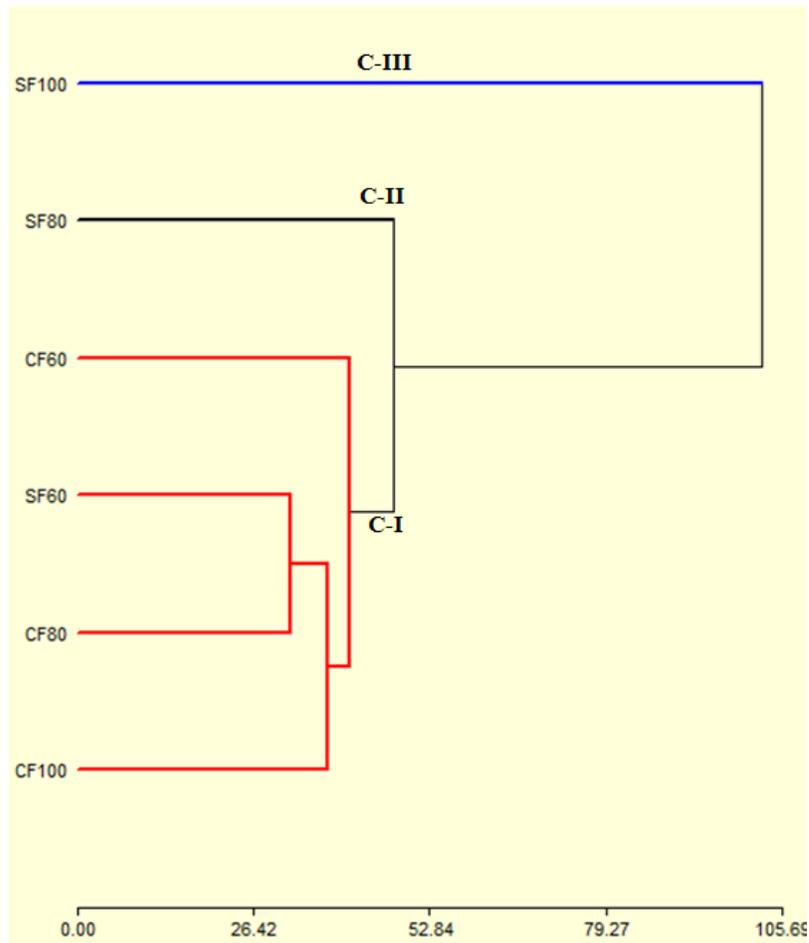


Figura 10. Dendrograma de la relación del teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz), de los tratamientos evaluados.

Estos resultados concuerdan con lo planteado por Orozco y Cervantes (1986), quienes expresan que las especie silvestres han tenido poca movilidad de su medio ambiente en donde se desarrollan, por lo tanto cualquier manipulación, intervención y extracción fuera de su hábitat, tendrá una respuesta en sus características de crecimiento y reproductivas. Por lo cual se determinó que el teocintle tiene un comportamiento diferente cuando se establece *ex situ*. Así mismo Miranda (1977), hace notar que los cambios ambientales se reflejan principalmente en características morfológicas de la planta, esto es evidente en los resultados obtenidos en este estudio (Figura 10, Anexo, Cuadro 3a).

5.3 Ensayo III: Evaluación de momentos de cortes en el teocintle de Nicaragua

Las pasturas naturales en el continente americano son muy abundante de forma natural, no obstante estas especies no son bien conocidas; esto se debe principalmente a la introducción de especies forrajeras en las últimas cinco décadas al continente (Pyke, 1990). Entre las pasturas naturales se puede mencionar al teocintle, el cual es una fuente de germoplasma capaz de resistir las principales enfermedades virales, micoplasmales y espiroplasma que afectan el maíz, de igual forma posee un alto valor como forraje, por lo que se hace necesario determinar el contenido de nutrimento (Hernández, 1993; Benavides, 2003).

Uno de los principales problemas en la explotación ganadera es el bajo rendimiento que logran las especies de pasto, provocadas fundamentalmente por las variaciones climáticas y por el manejo, lo que hace que las especies tengan un marcado desbalance en la producción de biomasa y la calidad del mismo (Crespo *et al.*, 1981).

Los cortes realizados a 10 cm por arriba de la superficie del suelo facilitó el mayor aprovechamiento de la planta, en esta especie anual no se observó la formación de rebrotes, como ocurre en la especie *Z. diploperennis*; la cual posee una alta capacidad de producir rebrotes, el presente estudio mostró que la cantidad de materia seca aumenta, conforme avanza la etapa fenológica de la especie, cuando no se le aplicó fertilización y libre de competencia con arvense, (Jiménez *et al.*, 2001).

Reyes (1990), reporta que al igual que el maíz, sus parientes silvestres posee un valor nutritivo como forraje, debido a la cantidad de carbohidratos que contienen, distribuyéndose principalmente en la “mazorca”, específicamente en los frutos y en menor cantidad en las hojas. Por otro lado, Andrades *et al.*, (1996), expone que la acumulación de materia seca esta en dependencia del balance entre el proceso fotosintético y la respiración. Los mayores valores de materia seca, se presentaron en el mes de Julio, en las áreas limpias y sin fertilización. De acuerdo a Hopking (1999), la cantidad de materia seca producida esta en dependencia de una gama de factores ambientales y genéticos (Cuadro 14).

En el caso de la fibra los valores superaron el 30 % en los cortes, siendo el tratamiento fertilizado y con malezas, en donde se obtuvieron los mayores porcentajes. Jiménez *et al.*, (2001), obtuvieron valores muy similares en estudios realizados en *Z. diploperennis*, de 8 a 13.6 % en materia seca y 22.4 a 33.7 % en fibra, dichos autores mencionan que la fibra aumento conforme avanza la fenología del cultivo, por otro lado la cantidad de proteína total osciló de 8.61 a 14.76 %, siendo las áreas fertilizadas y enmalezadas las que mostraron los mayores porcentaje, en el mes de Junio. Montani *et al.*, (1991), expresan que la proteína está relacionada con el número de hojas, lo que indica que a medida que la planta madura disminuye la cantidad de hojas, lo que conlleva al aumentado de fibra en el tallo (Cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis proximal del teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz), basado en la distribución de los tratamientos en los diferentes momentos de corte.

| Variables | | | |
|------------------|--------------|--------------|-------------|
| | MS | PT | FT |
| SFSM | 13.46 a | 9.78 bc | 35.06 b |
| CFSM | 12.68 b | 11.02 b | 34.99 b |
| SFCM | 12.04 c | 8.61 c | 36.28 b |
| CFCM | 11.05 d | 14.76 a | 39.63 a |
| Junio | 12.21 b | 15.66 a | 35.79 a |
| Julio | 14.48 a | 9.36 b | 37.27 a |
| Agosto | 11.27 c | 9.39 b | 36.48 a |
| IC | 12.45 ± 1.21 | 11.22 ± 2.82 | 36.5 ± 1.59 |

*.SF*SM= Sin fertilizar y Sin malezas (0% enhierbado); CF*SM= Con fertilización y Sin malezas (0% enhierbado); SF*CM= Sin fertilización y Con maleza (100% enhierbado); CF*CM= Con fertilización y Con Malezas (100% enhierbado); MS= Materia seca; PT= Proteína Total; FT= Fibra Total; IC= Intervalo de confianza. Análisis realizado en el Laboratorio de Bromatología-UNA.

Tomando en cuenta la calidad del pasto para la alimentación del ganado, se considera que valores mayores a los 7 % de materia seca, constituyen pasto de buena calidad en el caso de las gramíneas, en cambio valores mayores a 30 % de contenido de fibra, es considerado pasto de mala calidad, los cuales deben ser utilizados como suplementos alimenticios, debido a la alta cantidad de lignina que presentan; la cual está asociada estrechamente a los carbohidratos de la pared celular, con los que forma complejos (ligno-hemicelulósicos) que dificultan la acción enzimática (Jiménez *et al.*, 2001, citado por Jiménez *et al.*, 2009).

5.3.1 Comparación de cortes de tres Poaceae

Salinas y Villegas (1982), en estimaciones de vástago de la especie *Z. perennis* (hitch) y en extrapolaciones realizadas por Reeves y Mangelsdorf, calculando la cantidad de vástagos por planta y plantas por hectáreas obtuvieron que aproximadamente logran producir 24.7 tonelada de peso seco por hectárea *ex situ*. aplicando fertilización nitrogenada. Duncan (1975), plantea que entre el 85 y 90% del peso seco de la planta es material orgánico derivado del proceso fotosintético, siendo el producto inicial azúcar y almidón. Estas sustancia son producidas por las partes verdes de la planta, dándose la mayor parte del proceso en las hojas, posteriormente se transportan al resto de los órganos de la planta como son las raíces, meristemos y tejido de reserva (Ray, 1980).

Los valores promedios alcanzado por el teocintle en contenido de materia seca es inferior al de maíz y sorgo forrajero. Jiménez *et al.*, (2009), reporta resultados inferiores en estudios realizados en maíz forrajero (6.9%), de acuerdo a Ashbell y Weinberg (1999), el teocintle puede ser utilizado para ensilaje, y de esta forma ser aprovechado mejor por el sistema ruminal, una vez consumido por los animales (Cuadro 15).

Cuadro 15. Análisis proximal de tres especies de Poaceae, utilizada como forraje en la alimentación animal.

| | Variables | | |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | MS | PT | FT |
| Maíz | 12.00 b | 16.61 b | 33.06 a |
| Sorgo Forrajero | 15.55 a | 10.82 c | 31.33 b |
| Teocintle | 7.70 c | 17.19 a | 33.92 a |
| IC | 11.73 ± 3.51 | 14.87 ± 3.21 | 32.77 ± 1.19 |

*. Maíz (*Zea mays* L); Sorgo (*Sorghum bicolor* L); Teocintle (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz). **MS**= Materia seca; **PT**= Proteína Total; **FT**= Fibra Total; **IC**= Intervalo de confianza. Análisis realizado en el Laboratorio de Bromatología-UNA.

Las proteínas son moléculas formadas por una gran cantidad de cadenas de aminoácidos, estos generalmente se disuelven fácilmente en agua y en soluciones salinas; estas moléculas orgánicas son abundantes en las células constituyendo el 50% o más de su peso seco. Existen diversas clases de proteínas cada una de ellas especializadas en una función biológica diferente (Jennsen y Salisbury, 1988; Lehninger *et al.*, 1995).

La cantidad de proteína total y fibra total, del teocintle superó al sorgo forrajero y fue similar al maíz, estos resultados son equivalentes a los reportados por Jiménez *et al.*, (2001), para *Z. diploperennis* (20.6%). El contenido de proteína está muy relacionado con la cantidad de hojas, siendo mayor en las etapas iniciales de crecimiento de la planta (Montani *et al.*, 1991).

Loáisiga (2011), en estudios relacionados en *Z. nicaraguensis*, en sus componentes nutricionales, informa que el contenido de proteína en el grano es significativamente mayor que el presentado por el maíz cultivado y *Z. perennis*. Así mismo reporta mayor cantidad de aspartato (7,5 %), serina, (6,7 %), ácidoglutámico (28,1 %), alanina (10,8 %), valina (5,8 %), metionina (3.0 %), isoleucina (4,9 %), leucina (20.3 %) y fenilalanina (6,6 %), todos ellos son indispensable para los humanos y aquellos animales no rumiantes.

5.4 Ensayo IV: Determinación de la tasa de degradación en el teocintle anual

La mayor variación fue concentrada en los diferentes tiempos de degradación ruminal. El efecto significativo en el tiempo de degradación de material vegetativo también es reportado por otros autores tales como Salinas (2011), Roa *et al.*, (2012) y Gutiérrez (2012), al evaluar otros materiales en el rumen bovino (Cuadro 16).

Se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.001$) en los tiempos evaluados. La categorización estadística indicó que la degradación ruminal a los 96 y 72 horas fue estadísticamente significativa, con valores medios de 39.5 % y 34.9 %. Asimismo, la degradación ruminal ocurrida a las 48 y 24 horas no mostró diferencias estadísticas. Los valores de degradación inferior a las 9 horas no mostraron efectos significativos (Cuadro 16).

Cuadro 16. Significación estadística de la materia seca producto de la degradación ruminal del teocintle (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ) en factores evaluados.

| Variante | DS | Tiempo | DS ± Media |
|-------------|----------------------|----------------|-----------------|
| Repetición | 1.522 ^{NS} | 96 | 1.06 ± 39.60 a |
| Vaca | 2.165 ^{NS} | 72 | 5.88 ± 34.94 a |
| Tiempo | 36.839 ^{**} | 48 | 2.48 ± 25.60 b |
| Vaca*Tiempo | 2.505 ^{NS} | 24 | 5.89 ± 21.54 bc |
| | | 12 | 5.81 ± 17.63 c |
| | | 9 | 3.56 ± 9.06 d |
| | | 6 | 0.49 ± 6.05 d |
| | | 3 | 0.95 ± 4.52 d |
| | | CV (%) | 23.23 |
| | | R ² | 0.947 |

NS = No Significativo, ** = Altamente Significativo ($p < 0.05$). DS = Desviación Estándar., Letras similares las media de los tiempos son iguales según Tukey ($p < 0.05$).

Durante el proceso de incubación existe un periodo donde ninguna o una reducida degradación del alimento ocurre, que es conocido como tiempo de colonización (lag phase). De acuerdo con Allen y Mertens (1988); citado por Noguera *et al.*, (2007), este tiempo de colonización es específico para cada alimento y representa el tiempo necesario para la hidratación del sustrato y la alteración física y/o química de la fibra que puede ser requerida antes de que las bacterias colonicen el sustrato y se inicie la actividad enzimática.

Los porcentajes de degradación promedio en el teocintle fueron inferiores a los reportados en otros pastos. Gutiérrez (2012), menciona porcentajes de degradación de 49.4 % y 58.2 % a las 72 y 96 horas, respectivamente, en el follaje de marango (*Moringa oleífera*). Dichos valores superaron a los encontrados en el presente estudio en un 10 % y 23 % de degradación a las 72 y 96 horas, respectivamente. La degradabilidad de materia seca en el teocintle fue superior en los últimos momentos de evaluación (Figura 11).

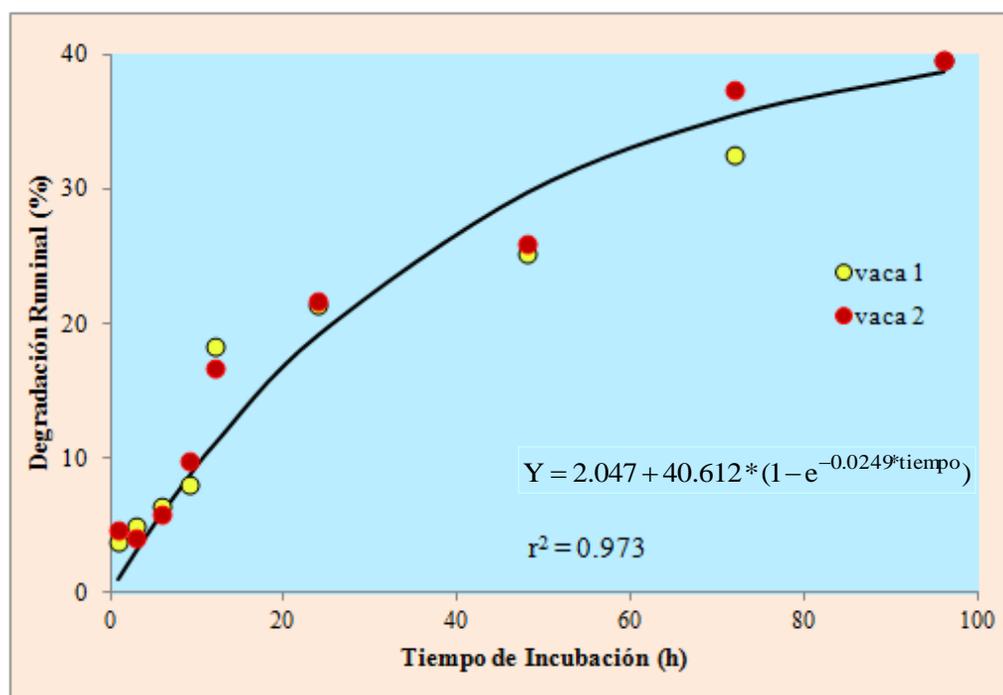


Figura 11. Degradación ruminal de la materia seca del teocintle (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ). Valores observados *in situ* y estimados a partir del modelo matemático de Orskov & McDonald.

El teocintle, al igual que el maíz tiene muchas semejanzas morfológicas. Boschini y Amador (2001), consideran que el maíz constituye una forma rápida para obtener altos rendimientos de materia seca y calidad para la alimentación de bovinos, cuando es utilizado como forraje fresco o ensilado. Asimismo, Aldrich y Leng (1974), indican que el valor nutritivo del forraje de maíz en condiciones tropicales es generalmente bueno y dependiendo de la edad presenta excelente calidad.

Boschini y Amador (2001), reportan que la fracción degradable del tallo bajó de 55 a 43 % durante los primeros 90 días, y la tasa de degradación fue superior al 5 %. Estos resultados son superiores a los obtenidos en el teocintle, con valores de degradabilidad potencial (c) del teocintle de 40.61 % y una tasa constante de degradación de (b) inferior en un 50 % al maíz. En la Figura 11, se presenta la cinética de degradación ruminal del teocintle a través de los tiempos de incubación.

La degradabilidad de materia seca en los forrajes, es un variable que está determinada por diversos factores como la edad, cantidad y tipo de alimento consumido, el animal fistulado que sirve como modelo animal, así como los períodos de incubación ruminal (Singh *et al.*, 1989). Por otro lado, Ramírez *et al.*, (2001), afirman que la menor degradación de materia seca en gramíneas tropicales es de mediana a baja calidad, está asociada a los altos contenidos de carbohidratos de las paredes celulares, sumado a lignificación de la pared de las células, factores que se convierten en severas limitantes para el mejoramiento de la digestión animal de los nutrientes contenidos en los forrajes, y afectan de manera negativa la degradabilidad de la materia seca.

En vista a la importancia que representa el teocintle en Nicaragua, Mesoamérica y el mundo es necesario continuar los estudios, para generar mayor información de esta especie, la cual tiene características muy particulares al superar al maíz en cuanto a la altura de la planta, número de espigas y frutos por plantas, de igual manera el desarrollo de hijos y ramas laterales. Con respecto a las características nutricionales algunos investigadores mencionan que la producción de tallo es una característica principal para seleccionar especies en la alimentación bovina, en el caso del teocintle anual de Nicaragua es recomendable realizar pruebas de ensilaje en diferentes meses para determinar su calidad y aceptación por parte de los animales al momento de ser suministrado al ganado.

VI CONCLUSIONES

Basado en las condiciones que se estableció el teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz), se derivan las siguientes consideraciones:

El teocintle es una planta que representa un alto potencial genético y como forrajero bajo condiciones de manejo y se recomienda seguir investigando su potencial en condiciones naturales e intensivas de manejo.

Los diferentes niveles de control de maleza, fertilización y distancia de siembra afectaron de manera significativa algunas variables morfológicas en el teocintle. Las plantas mostraron mejor desarrollo con distancias de 0.8 m, fertilizado y tres limpias a lo largo de su ciclo reproductivo. Hubo correlación significativa en el número de hojas, hijos y frutos; así como la altura de planta, ramas laterales y panoja. Las variables de tallo y ramas laterales, fueron discriminatorias en los tratamientos.

Los mayores valores de materia seca y proteína total se obtuvieron durante los meses de Junio y Julio. Asimismo el porcentaje de materia seca del teocintle fue inferior al sorgo forrajero y maíz; sin embargo los porcentajes de proteína total fueron mayores. En cuanto a la calidad del forraje y la fisiología de la planta presentan una relación inversamente proporcional.

Los resultados mostraron un buen aprovechamiento ruminal de la planta de teocintle, ocurriendo la mayor degradación ocurrida a las 72 y 96 horas fue similar estadísticamente, y los valores porcentuales fue inferior al 40 %, con un 42.7 % de degradación potencial. Sin embargo es recomendable experimentar en estadio menores a los 90 días, lo cual permitirá conocer el mejor momento para ser consumido por el rumiante.

VII. LITERATURA CITADA

- Aldrich S. R., E. R. Leng., 1974. Producción moderna de maíz. Editorial Hemisferio Sur. Argentina. 308 p.
- Alanís Crispín, JA. 1989. Caracterización fisiológica de 15 genotipos de maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Licenciatura. Zootecnia Universidad Autónoma de Chapingo. Edo de Mexico. 10-15 p.
- Andrade, FA; Cirilo, S, Uhart; y Otequi, M. 1996. Eco fisiología del cultivo del maíz. Ed. La Barrosa. Balcarce. Buenos aires. Ar. 23 p.
- Augustine, DJ; McNaughton, SJ. 1998. Ungulate effects on the functional species composition of plant communities: Herbivore selectivity and plant tolerance. *Journal of Wildlife Management* 62: 1165-1183.
- Ashbell G, Weinberg Z. 1999. Ensilaje de cereales y cultivos forrajeros en el trópico. 111-120 pp. In: L. Mannetje. Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos. Conferencia electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos. 1 de septiembre al 15 de diciembre 1999. Serie Estudio FAO. Producción y Protección Vegetal.
- Boschini C., A. L. Amador. 2001. Degradabilidad ruminal de la planta de maíz forrajero en diferentes edades de crecimiento. *Agronomía Mesoamericana* 12(1): 89-93.
- Barahona, OW; Gago, HF. 1996. Evaluación de diferentes prácticas culturales en soya (*Glycine 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.
- Benz B. F & PE, Jardel. 1990. Conservación de teocintles y maíces criollos: Perspectiva sobre el futuro del maíz. In: El maíz en la década de los 90. Simposio Nacional. Ayuntamiento de Zapopán, Jalisco. México. p. 115-120.
- Benz B. F; L.R. Sanchez V., and J.F. Santana M. 1990. Ecology and ethnobotany of *Zea diploperennis* : preliminary investigations. *Maydica* 35: 85-98.
- Benz B. F. 2001. Archaeological evidence of teosinte domestication from Guila' Naquitz, Oaxaca. (en línea). *Proceedings National Academy of sciences, USA* 98(4): 2104-2106. Consultado el 21 Abr. 2011. Disponible en <http://www.pnas.org/content/98/4/2104.full.pdf+html>.
- Benavides G, AN; Loáisiga C, CH. 1997. Informe técnico preliminar de la prospección del teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz), en la zona norte de Chinandega, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 5 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. 6-13 p.

- Benavides G, AN. 2003. Caracterización *in situ* y *ex situ* del teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz) recolectado en la reserva de recursos genético de Apacunca (RRGA), Chinandega, Nicaragua. Tesis Master en sistemas integrados de producción animal en el trópico. Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 81 p.
- Benavides G, AN., Cisne, JD; R. Laguna M. 2007. Fertilización orgánica sobre tres genotipos de fresa (*Fragaria* spp.) en Las Sabanas, Madriz. Revista LA CALERA. Universidad Nacional Agraria. Año 7. No. 8-Mayo-2007. 54-58 p.
- Benavides G, AN; Cisne, JD; Querol L, D. 2010. INFORME PRELIMINAR DPR: Rescate, conservación y manejo sostenible del teocintle de Nicaragua (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz) en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGAA). Managua, NI. 96 p.
- Benavides G, AN; Cisne, JD; Querol L, D. 2011. Rescate, conservación y manejo sostenible del teocintle de Nicaragua (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ). Informe final. UNA-FAO. Managua, Nicaragua, 109 p.
- BGCI (International Agenda for Botanic Gardens in Conservation). 2005. Biodiversity Workshop for Botanic Gardens in China.en línea. Consultado el 22 abril. 2011. Disponible en <http://www.bgci.org/>.
- 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.
- Bird R, M; A. Benavides & C. H. Loáisiga, 2000. Plant exploration in Chinandega, Nicaragua, to collect teosinte germoplasm for crop improvement.Dept.Of Crop Science, North Carolina State University.USDA/ARS. 12 p.
- Bird R, M. 2011. Conferencia magistral. Descubriendo, caracterizando y utilizando germoplasma de los teosintes centroamericanos. Primer Congreso Nacional de Teocintle de Nicaragua (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz).
- Cabrera, L. 1984. Diccionario de Aztequismo. Ediciones Oasis, S. A. Mexico. 166 p.
- Canales, MC; Miranda, S. 1984. Algunos cambios ocurridos en el maíz (*Zea mays* L) bajo domesticación. AGROCIENCIAS 58: 165-176.
- Camacho, J y R. Bonilla. 1999. Efecto de tres niveles de nitrógeno y tres densidades poblacionales sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria Managua, Nicaragua. 33 p.
- Cáceres G, ER y Ordóñez, AC. 2008. Evaluación preliminar de seis poblaciones de Teocintle (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ) en tres localidades de Nicaragua. Tesis Ing. Agro. Managua-Ni, Universidad Nacional Agraria. 27 p.

- 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.
- Crespo, G; Ramos, N; Suarez, JJ; Herrera, RS y González, SL. 1981. Producción y calidad de pasto. Rv cubana ciencia. Agropecuaria. 15 (2): 211-225 p.
- Duncan, W.G. 1975. Maize. In Crop Physiology: Some case histories. Ed. L.T. Evans. Cambridge University Press. London, Great Britain, P. 23-50.
- Félix Valencia, P. 1986. Patrón de análisis de crecimiento de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.), Tesis de Maestría, Botánica, Colegio de Posgraduados. Montecillos. Edo de México. P. 13-17.
- Francis, M. D., Russell, R. G. G. & Fleisch, H. 1969. Science 165, 1264-1266.
- 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. 30 p?.
- González Vásquez, EM. 2010. Relación genética de seis especies de teocintles (*Zea* spp.) mesoamericanos empleando descriptores morfológicos en el CEO, Posoltega, Chinandega, 2009. Tesis Ing. Agr., Managua, Nicaragua. 40 p.
- Gutiérrez A., 2012. Determinación de la tasa de degradación ruminal del follaje de marango (*Moringa oleifera*) usando la técnica *in sacco* en vacas Reyna. Finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua Tesis Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 25 p.
- Guzmán M, R. 1982. El teosinte en Jalisco: Su distribución y ecología. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara, Mex. 88 p.
- Grijalva, A. 1999. Diversidad de Especies: Flora. En Biodiversidad en Nicaragua: Un Estudio de País. MARENA. Managua, Nicaragua. 463p.
- Harvard-Duclo B. Forage production potencial of maizenet, teocinte y maize. Agric, Sci, Digest. 1985, (5): 44-45.
- Hawtin, G. C.; Iwanaga, M. y Hodgkin, T. 1996. Genetic resources in breeding for adaption. En *Euphytica*, 92: 255-266.
- Hernández, XE. 1993. La agricultura tradicional como una forma de conservar el germoplasma de los cultivos in situ. En: BF Benz. Editores. Biología, ecología y conservación del genero *Zea*. Guadalajara, Jalisco: Universidad de Guadalajara. 243.256.
- Hernández Sampieri, Roberto. Metodología de la Investigación. 2ª.ed. McGraw-Hill. México, D.F., 2001. Pág. 52 - 134.

- Hidalgo, R. 2003. Variabilidad genética caracterización de especies vegetales. In: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.
- Hobbelink, H. 1992. *La biotecnología y el futuro de la agricultura mundial*. Nordan-Comunidad/Redes. Montevideo (Uruguay).
- Hopkings, W.G. 1999. *Introductio to plant physiology*. 2 a. Ed. John Willey & Sons. Inc. New York. 512 p.
- Iltis, HH; Benz, BF. 2000. *Zea nicaraguensis* (Poaceae) a new teosinte from pacific coastal Nicaragua. *Navon* 10:382-390.
- IPGRI. 2000. Conservación ex situ de recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos.
- INETER (Instituto Nicaraguense de estudios Territoriales). 2010. Datos meteorológicos de los departamentos de Chinandega y Managua.
- Jimenez-Gómez, RG. 1991. Crecimiento y Desarrollo de *Z. diploperennis* com base em Rizomas transplantados en la estación Cientifica Las Joyas. Tesis Professional. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. 102. P.
- Jensen, W.A y F:B Salisbury. 1998. *Botanica*. Mc GroGrowHill, Mexico.
- Jimenez-Gómez, RG; García-Moya, E; Peña, B. 2001. Producción de forraje in situ del teocintle perene *Zea diploperennis* Iltis, Doebley y Guzman. *Tecnica pecuária*. 39(2): 153-162.
- Jimenez Castillo, M; Rojas-Bourrillo, A; Wingching-Jones, R. 2009. Valor nutricional del ensilaje de maíz cultivado en asocio con Vigna (*Vigna radiata*). *Agronomia costarricense*. 33(1): 133-146.
- Judez L, A. 1989. Técnicas de análisis de datos multidimensionales, Bases teóricas y aplicaciones en agricultura y Pesca, Secretaria general técnica, Madrid, España. 301 p.
- Jugernheimer, WR. 1990. Variedades mejoradas métodos de cultivo y producción de semilla. 4ta impresión, Editorial Limusa S. A, México, D. F, México. 834 p.
- Kathen, A. 1998. El impacto de la introducción de cultivos transgénicos en la diversidad biológica de los insectos de los países en desarrollo. *Monitor de Biotecnología y Desarrollo* (compendio 1995-1997). University of Amsterdam. Amsterdam, The Netherlands. 24-29 pp.
- Kato, T., Maqpes, S., Mera, L., Serratos, J. & Bye, R. 2009. Origen y diversificación del Maíz: Una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión para el conocimiento y la biodiversidad. 116 pp. México D.F. México.

- Lehninger, AL; DL, Nelson and M.M. Cox. 1995. Principios de bioquímica. Edición Omega, Barcelona.
- Levin R. I. & D. S. Rubin, 1996. Estadística para administradores. Edit. Prentice-Hall Hispanoamericana, S. A., México, D. F. 321-350p.
- Loáisiga, C. H., 1990. Caracterización y evaluación treinta cultivares de maíz (*Zea mays* L.), Instituto Superior de Ciencias Agropecuaria (ISCA.), Tesis de Ing. Agr., Managua, Nicaragua. 63p.
- Loáisiga, C.H., 2011. Cytogenetics, genetic diversity and phylogenetics of wild *Zea* species, with emphasis on *Zea nicaraguensis*. Cytogenetics, genetic diversity and phylogenetics of wild *Zea* species, with emphasis on *Zea nicaraguensis*. Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences Alnarp. 53 p.
- Loáisiga, C.H., Díaz, O., Solomom, B. & Merker, A. 2010. Genetic diversity in seven populations of Nicaraguan teosinte (*Zea nicaraguensis*) as estimated by microsatellites variation. Genetic Resource and Crop Evolution. DOI 10.1007/510722-010-9637-6.
- Loáisiga, C.H., Benavides A., Rocha O., Agnese A. Brantestam, Mulatu Geleta Björn Salomon and Arnulf Merker, 2012. MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE MESO-AMÉRICA TEOSINTES. AP's Journal of Medical Research and Sciences. ISSN:2161-7171. Quarter Spring: 2012. Issue:Volume 2, Number 1. p. 27-42. <http://www.academypublish.org/paper/Morphological-characterization-of-the-Meso-America-teosintes>.
- López M. A. 1991. Descripción Sistemática y Parámetros Genéticos para características cualitativas y cuantitativas en la colección de *Batata Ipomoea batata* (L) Lam de la Catia. Tesis para Maestría, Turrialba, Costa Rica. (CATIE). 144p.
- 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.
- Maya, N., 1995. Evaluación de siete genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en cuatro localidades de Nicaragua. Universidad Nacional Agraria (U.N.A.), Tesis de Ing. Ag., Managua, Nicaragua. 32 p.
- MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales); Programa ambiental Nicaragua -Finlandia (PANIF-APB). 2000. biodiversidad en Nicaragua, un estudio de país. Managua, Ni. Centro de investigación de la realidad de América latina (CIRA). 3p.
- MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales). 2006. Plan de manejo del área protegida Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca. 65 p.
- MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales). 2007. Recopilación de la información sobre la biodiversidad en Nicaragua. Managua, NI. 204 p.

- MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales). 2011. Informe técnico sobre el estado actual del teocintle (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz), de la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca. Managua, Nicaragua. 15 p.
- Martin G. J. 2001. Etnobotánica. Pueblos y Plantas, Manual de Métodos, Edit. Nordan-Comunidad, Montevideo, Uruguay. 240 p.
- Martín Martínez, I. 2001. Conservación de recursos Fitogenéticos. Red de semillas "Resembrando e Intercambiando". Página web: <http://agrariamansesa.org/redsemillas>. Capturada el 6/11/2001.
- Minitab Inc. (2007). Software para estadísticas de Minitab, Versión 15 para Windows, State College, Pennsylvania. Minitab® es una marca comercial registrada de Minitab Inc.
- Miranda C., S. 1977. Evolución de cuatro caracteres del maíz (*Zea mays* L.). AGROCIENCIA No. 28. Chapingo, México. pp. 73-88., Chapingo, México.
- Morera, JA. 1981. Descripción sistemática de la colección de Panamá (*Bractis gisapaes* HBK) DEL CATIE, Tesis de Master Sc. Turrialba, Costa Rica. 89 p.
- Montani, T, Fernandez, OA. Crecimiento y desarrollo. En: Fernandez OA, Bredan RE. Gargeno AO. Editores. El pasto llorón, su biología y manejo. Bahia blanca, argentina, CERZOS y Universidad Nacional del Sur. 1991: 127-159.
- Nichols, J; P. Reece, G. Hergert and L. Moser. 1989. Yield and quality of fertilized. Subirrigated meadow hay. Beet cattle report. University of Nebraska lincon. In: United States. P 17-21.
- Noguera R. R., S. Posada O. Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes Rev Col Cienc Pec 2007; 20:174-182.
- Nuez, F.; Ruiz, J. J. 1999b. La Biodiversidad Agrícola Valenciana: Estrategias para su Conservación y Utilización. Universidad Politécnica de Valencia.
- Orozco J. L. y T. Cervantes. 1986. Relación entre poblaciones de teocintle anual mexicano (*Zea* spp).
- Parson, M. D. B., 1990. Manual para la educación agropecuaria, primera edición, editorial trilla. S. A de C .V. México, D. F. 56 p.
- Paliwal, RL. 2001. El maíz en los trópicos. El Maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. FAO. Consultado 02 Marzo 2011. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/003/x7650s/X765s07.htm#TopOfpage>.
- 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; 93p.
- Pyke, DA. 1990. Comparative demography of co-occurring introduced and native tussock grass: Persistence and potencias. Expansion. Oecologia. 82: 537:543.

- Ramírez R., A. Martell, F. Lozano, 2001. Valor nutricional y degradabilidad ruminal del zacate buffel y nueve zacates nativos del NE de México. CIANCIA UANL (Universidad Autónoma de Nuevo León). 4(3): 179-189.
- Ray, P.M. 1980. La planta Viviente. 1a. Edición. Traducida por el Dr. Raúl J, Blaisten. Editorial CECSA, Mexico. 272 p.
- Reyes, C. P., 1990. El maíz y su cultivo. A.G.T. Editor S.A., México, D.F., 460p.
- Robinson, H.F. Y C.C. Cockerham. 1965. Estimación y significado de los parámetros genéticos. Trad. por M. Gutiérrez Gutiérrez. Fitotecnia Latinoamericana. 2(1): 23-38.
- Robles, S. R. 1990. Producción de frutos y forrajes. Editorial limusa. México. 600 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.
- Rojas W., 2003. Análisis de variabilidad genética en quinua. En Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de Recursos Fitogenéticos, Franco T. e Hidalgo R. (eds.). Boletín Técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Calí, Colombia, p. 27-39
- Salinas-Villega, J. Evaluación de ladigestibilidad *in vitro* del forraje de *Z. perennis*. Tesis Maestría. Chapingo, México; Colégio de pós-graduado. 1982.
- Sánchez J. J. & J. A. Ruiz C., 1995. Distribución del teocintle en México. MEMORIA DEL FORO Flujo entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgénico. 20-42p.
- 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.
- Salinas Ch., J. C. Gutiérrez, R. López T., A. Duarte O. 2011. Digestibilidad *in situ* de la materia seca de tres dietas para ovinos de engorda. Agronomía Mesoamericana. 22(2): 379-385.
- SAS Institute Inc. 2008.SAS/STAT® 9.2. User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. Copyright © 2008, SAS Institute Inc., Cary, NC. 69 p.
- Serrato J. A; M.C. Willcox & F. Castillo (edc), 1996. Flujo genetic entre el maiz Criollo, Maiz Mejorado y Teocintle, Implementaciones para el Maiz Transgenico. Mexico, D.F. CIMMYT. 138 p.
- Soriano L., A. Guerrero. 1992. Historia de la ganadería en Nicaragua. Managua, Nicarágua, 231 p.
- Somarriba, C., 1998. Texto Grano Básicos. Managua, Nicaragua. P. 1 Universidad Nacional Agraria (1).

- Singh B. H., P. Makkar & S. Negi. 1989. Rate and extend of digestion and Potentially Digestible Dry Matter and cell wall of various trees leaves. Journal, Dairy Science. 72: 3233-3239.
- Tapia, B., H. y Camacho, A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. GTZ. Managua, Nicaragua. 35-44 p.
- Roa M., J. Muñoz. 2012. Evaluación de la degradabilidad *in situ* en bovinos suplementados con cuatro especies arbóreas. Rev MVZ Córdoba, 17(1): 2900-2907.
- United state Department of Agriculture (USDA). 2004. Agricultural Researech service, Washington, USA.
- 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. 11-19 p.
- Wilkes, HG. 1996. El Teocintle en Mexico: Panorama retropectivo y Analisis Personal. (21-25 Sep: 1995); El Batán, Mexico, MX. En: Memoria del foro Flujo Genetico entre Maiz Criollo, Maiz Mejorado y Teocintle: Implicaciones para el Maiz Transgenico. Memoria. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI. 11- 19 p.
- Zelener, N. 1998. Pautas de manejo del banco base y su relación con los bancos activos. En Clausen, A. & Ferrer, M. (eds.), Seminario Los Recursos Fitogenéticos en la Argentina. INTA. Pergamino. Buenos Aires, Argentina.

VIII. Anexos

Cuadro 1a. Matriz de correlación de descriptores en el teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Ittis & Benz), en tratamientos fertilización y niveles de control de malezas

| Variables | X9 | X10 | X12 | X11 | X5 | X16 | X17 | X18 | X19 | X21 | X23 | X24 | X25 | X27 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| X10 | 0.64 | | | | | | | | | | | | | |
| X12 | 0.43 | 0.60 | | | | | | | | | | | | |
| X11 | 0.74 | 0.76 | 0.60 | | | | | | | | | | | |
| X18 | 0.34 | 0.43 | 0.07 | 0.44 | -0.13 | 0.26 | -0.23 | | | | | | | |
| X19 | 0.07 | 0.25 | 0.25 | 0.31 | 0.21 | 0.23 | -0.47 | 0.52 | | | | | | |
| X20 | 0.01 | 0.19 | 0.18 | 0.27 | 0.27 | 0.32 | -0.43 | 0.46 | 0.89 | | | | | |
| X21 | -0.52 | -0.30 | -0.26 | -0.39 | -0.27 | -0.13 | 0.33 | -0.06 | -0.17 | | | | | |
| X30 | -0.11 | 0.25 | 0.08 | 0.02 | -0.41 | -0.19 | 0.14 | 0.36 | 0.05 | 0.46 | | | | |
| X23 | 0.75 | 0.82 | 0.62 | 0.99 | 0.23 | 0.40 | -0.01 | 0.45 | 0.31 | -0.39 | -0.26 | | | |
| X25 | -0.14 | -0.22 | -0.27 | -0.37 | -0.21 | -0.28 | -0.20 | 0.03 | -0.12 | -0.29 | -0.35 | 0.45 | | |
| X27 | -0.11 | -0.19 | -0.26 | -0.34 | -0.21 | -0.28 | -0.13 | -0.01 | -0.18 | -0.32 | -0.32 | 0.48 | 0.98 | |
| X28 | -0.24 | -0.43 | -0.47 | -0.58 | -0.27 | -0.23 | 0.03 | 0.002 | -0.21 | -0.04 | -0.57 | 0.45 | 0.81 | 0.81 |

*La relación es significativa si $r \geq 0.35$ con $\alpha = 0.05$ y altamente significativo si $r \geq 0.58$ con $\alpha = 0.01$

Cuadro 2a. Intervalos de confianza ($\mu \pm \sigma$) de variables del teocintle anual (*Z. nicaraguensis* Iltis & Benz) en tratamientos fertilizados y con niveles de control de malezas

| | SF*SM | SF*CM | CF*SM | CF*CM | CF*3L | SF*3L |
|-----|---------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| X1 | 130.9 ± 21.1 | 116.63 ± 18.93 | 125±19.03 | 143.3±40.7 | 191.53±42.9 | 114.43±11.8 |
| X2 | 152.13 ±3.6 | 139.8±4.87 | 146.17±6.09 | 145.6±11.87 | 146.7±4.85 | 142.67±7.26 |
| X3 | 6.14 ±0.8 | 6.29±0.37 | 6.75±0.53 | 6.33±0.42 | 7.48±0.38 | 7.07±0.54 |
| X4 | 507.17 ±14.96 | 509.33±9.81 | 533.3±8.88 | 512.17±43.19 | 488±4.52 | 496±9.58 |
| X5 | 348.33 ±15.41 | 343.5±19.79 | 365.8±7.92 | 324.17±34.12 | 332.3±7.20 | 321.04±12.7 |
| X6 | 478 ±22.83 | 453.83±0.95 | 487.57±14.05 | 457.17±37.12 | 450.17±6.6 | 457.83±9 |
| X7 | 9.4 ±0.67 | 843±0.95 | 10.37±0.94 | 8.47±2.67 | 5.83±3.34 | 8.77±1.46 |
| X8 | 6.67 ±1.05 | 3.10±1.1 | 5.7±1.75 | 7.83±2.41 | 4.77±0.89 | 2.80±0.74 |
| X9 | 10.67 ±1.43 | 8.53±0.88 | 10.57±1.14 | 10.5±2.15 | 8.87±1.85 | 8.90±1.38 |
| X10 | 67.8 ±4.46 | 34.13±15.8 | 30.53±7.44 | 37.9±27.12 | 28.87±19.32 | 21.93±6.83 |
| X11 | 78.47 ±4.99 | 48.93±12.35 | 62.57±15.28 | 62.4±25.6 | 39.47±9.82 | 39±17.77 |
| X12 | 130.87 ±67.84 | 97.5±16 | 85±8.43 | 76.97±23.22 | 58.36±17.57 | 59.6±32.45 |
| X13 | 700.19 ±86.24 | 663.48±49.27 | 738.71±46.3 | 697.85±97.02 | 822.96±20.3 | 761.48±32.4 |
| X14 | 24.23±1.1 | 24.29±1.46 | 25.96±1.29 | 24.59±1.89 | 26.43±0.96 | 25.38±1.9 |
| X15 | 19.03±2.11 | 19.37±1.28 | 20.13±0.39 | 19.63±1.81 | 19.43±1.39 | 18.73±1.05 |
| X16 | 49.97±4.59 | 49.3±3.41 | 51.1±0.76 | 48.4±4.36 | 48.13±2.09 | 48.33±2.56 |
| X17 | 9.88±0.77 | 9.78±0.5 | 10.23±1.26 | 10.12±0.98 | 12±3.55 | 10.58±0.77 |
| X18 | 19.83±1.25 | 16.03±1.06 | 18.53±1.58 | 17.13±1.78 | 17.45±0.99 | 18.68±0.88 |
| X19 | 8.10±0.23 | 6.57±0.79 | 7.77±0.18 | 6.12±0.26 | 6.67±1.20 | 6.39±0.35 |
| X20 | 7.5±0.49 | 6.53±0.66 | 7.40±0.19 | 5.6±0.41 | 6.55±1.14 | 6.06±0.62 |
| X21 | 9.21±0.82 | 8.95±1.31 | 8.04±0.79 | 8.19±1.45 | 9.80±0.64 | 10.76±2.95 |
| X22 | 7.05±0.75 | 6.82±1.09 | 6.7±0.74 | 6.11±0.43 | 7.68±0.73 | 8.32±1.78 |
| X23 | 549.27±29.20 | 336.27±82.23 | 416.5±98.7 | 422.8±180.9 | 274.53±71.33 | 264.83±112.4 |
| X24 | 82.4±48.93 | 64.27±19.96 | 94.93±17.8 | 76.53±23.99 | 73.6±25.37 | 99.6±35.7 |
| X25 | 8.60±0.55 | 8.33±0.47 | 8.81±0.98 | 8.4±1.02 | 8±0.89 | 15.4±12.3 |
| X26 | 8.40±1.14 | 8.6±1.14 | 9.13±0.69 | 8.93±1.9 | 8.20±1.17 | 9±0.89 |
| X27 | 0.87±0.1 | 0.87±0.07 | 0.82±0.03 | 0.84±0.1 | 0.82±0.07 | 2.32±2.84 |
| X28 | 0.43±0.04 | 0.45±0.03 | 0.49±0.01 | 0.45±0.03 | 0.5±0.0 | 0.56±0.14 |
| X30 | 6.80±0.3 | 5.80±0.51 | 5.67±0.3 | 6±0.56 | 6.20±0.75 | 6.68±0.41 |

Cuadro 3a. Intervalos de confianza ($\mu \pm \sigma$) de variables del teocintle anual (*Z. nicaraguensis* Iltis & Benz) en tratamientos fertilizados y distancias de siembra

| | SF*0.6cm | CF*0.6cm | SF*0.8cm | CF*0.8cm | SF*1m | CF*1m |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|
| X1 | 51.3±9.3 | 75.6±7.7 | 56.1±16.2 | 120.6±27.6 | 38.5±23.3 | 123±24.1 |
| X2 | 138.1±14.3 | 144.1±18.7 | 149±3.7 | 145±3.3 | 139.6±13.3 | 139±5.6 |
| X3 | 6.5±0.7 | 7.2±0.5 | 6±0.5 | 65±0.5 | 5.9±0.8 | 6.4±0.3 |
| X4 | 500±10.5 | 550.7±42.6 | 476.3±28 | 542.7±49.9 | 284±48.1 | 503.7±49.1 |
| X5 | 276±8.9 | 315.3±13.4 | 284.7±30.6 | 324.7±30.2 | 164.7±32.2 | 318.7±28.4 |
| X6 | 441.3±20.1 | 488±40 | 426.7±32.4 | 496±54.2 | 244±34.2 | 434.7±44 |
| X7 | 441.3±2 | 10.5±0.8 | 5.9±1 | 9.2±2.6 | 2.7±2 | 7.1±1.2 |
| X8 | 7.7±0.7 | 3.7±0.9 | 3.2±1.2 | 7.7±2 | 1.5±0.8 | 6.7±1.6 |
| X9 | 9.3±0.9 | 11±0.6 | 11.1±3.2 | 9.7±1.8 | 8.1±0.8 | 9.7±1.3 |
| X10 | 21.1±8.9 | 34.2±6.7 | 8.4±2.5 | 23.4±14.1 | 1.2±0.7 | 35.7±7.2 |
| X11 | 52.8±38.2 | 59.9±14.3 | 36±6.1 | 57.5±15.9 | 10.1±7.7 | 63.7±6.7 |
| X12 | 116±25.1 | 111.3±17.3 | 115.3±24.1 | 107.7±19.3 | 60.7±52.2 | 125.3±37.8 |
| X13 | 675.8±113.5 | 786.3±146.1 | 665.8±46.4 | 702.8±54.1 | 628.9±139.6 | 674.2±42.5 |
| X14 | 22.4±3.4 | 24.5±2.3 | 21.4±1.9 | 23.2±1.3 | 18.3±4.6 | 21.9±1.9 |
| X15 | 17.8±3.9 | 18±2.6 | 17.7±1.9 | 21.2±1.9 | 12.4±2.4 | 16.8±0.9 |
| X16 | 49.4±3 | 49.3±2.9 | 49.3±3.3 | 51.6±1.8 | 40.9±4.3 | 44.5±3.8 |
| X17 | 8.8±1.1 | 9.4±2.3 | 8.3±0.8 | 8.4±0.6 | 6.1±2 | 7.5±0.8 |
| X18 | 16.1±1.4 | 19.4±0.7 | 17.7±1.5 | 14.6±1.3 | 17.8±1.7 | 17.3±2.3 |
| X19 | 6.7±0.2 | 7±0.4 | 6.8±0.4 | 6.9±0.5 | 6.5±0.3 | 7.3±0.5 |
| X20 | 6.3±0.4 | 7.1±0.5 | 6.3±0.3 | 7.6±0.5 | 6.2±0.5 | 6.6±0.4 |
| X21 | 9.2±0.8 | 9±1.2 | 8±0.8 | 8.2±1.6 | 10.6±1 | 9.5±0.7 |
| X22 | 7±0.7 | 6.8±1 | 6.7±0.7 | 6.1±0.5 | 8.8±0.8 | 7.6±1.1 |
| X23 | 108.5±46.1 | 121.5±27.5 | 163±44.6 | 176.3±60.9 | 95±57.1 | 162.4±90.6 |
| X24 | 82.4±48.9 | 64.3±17.9 | 94.9±17.8 | 76.5±26.8 | 60±46.1 | 105.6±44.4 |
| X25 | 8.6±0.5 | 8.3±0.4 | 8.8±1.0 | 8.4±1.1 | 8±1 | 8.3±1 |
| X26 | 8.4±1.1 | 8.6±1 | 9.1±0.7 | 8.9±1.2 | 8±1.2 | 8.6±1.1 |
| X27 | 0.8±0.1 | 0.9±0.1 | 0.8±0 | 0.8±0.1 | 0.8±0.1 | 0.9±0.2 |
| X28 | 0.4±0 | 0.4±0.0 | 0.5±0 | 0.4±0 | 0.5±0.1 | 0.5±0.2 |
| X30 | 6.8±0.3 | 5.8±0.5 | 5.7±0.3 | 6±0.6 | 6.4±0.5 | 6.4±1.1 |

Cuadro 4a. Matriz de correlación de descriptores en el teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz), en tratamientos fertilizados y distancia de siembra

| | X1 | X2 | X3 | X13 | X4 | X5 | X6 | X7 | X14 | X9 | X10 | X12 | X11 | X15 | X16 | X17 | X18 | X19 | X20 | X30 | X25 | X26 | X27 | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--|
| X13 | 0.20 | 0.72 | 0.82 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X4 | 0.45 | 0.15 | 0.47 | 0.38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X5 | 0.57 | 0.18 | 0.39 | 0.34 | 0.92 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X6 | 0.42 | 0.17 | 0.46 | 0.39 | 0.99 | 0.90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X7 | 0.45 | 0.04 | 0.36 | 0.22 | 0.75 | 0.67 | 0.73 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X14 | 0.46 | 0.23 | 0.57 | 0.52 | 0.50 | 0.49 | 0.47 | 0.53 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X9 | 0.04 | 0.26 | 0.16 | 0.24 | 0.41 | 0.37 | 0.38 | 0.20 | 0.19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| X10 | 0.68 | 0.14 | 0.37 | 0.18 | 0.56 | 0.56 | 0.50 | 0.72 | 0.48 | 0.16 | | | | | | | | | | | | | | |
| X12 | 0.25 | 0.29 | 0.29 | 0.35 | 0.55 | 0.57 | 0.53 | 0.30 | 0.42 | 0.56 | 0.26 | | | | | | | | | | | | | |
| X11 | 0.50 | 0.21 | 0.33 | 0.09 | 0.67 | 0.65 | 0.66 | 0.49 | 0.38 | 0.27 | 0.62 | 0.38 | | | | | | | | | | | | |
| X15 | 0.29 | 0.37 | 0.24 | 0.35 | 0.64 | 0.61 | 0.68 | 0.38 | 0.15 | 0.38 | 0.23 | 0.41 | 0.38 | | | | | | | | | | | |
| X16 | 0.06 | 0.04 | 0.10 | 0.05 | 0.59 | 0.60 | 0.64 | 0.51 | 0.27 | 0.28 | 0.13 | 0.26 | 0.35 | 0.55 | | | | | | | | | | |
| X17 | 0.01 | 0.31 | 0.36 | 0.41 | 0.49 | 0.47 | 0.50 | 0.39 | 0.34 | 0.32 | 0.23 | 0.22 | 0.26 | 0.43 | 0.71 | | | | | | | | | |
| X18 | -0.42 | -0.05 | 0.09 | 0.05 | -0.12 | -0.05 | -0.002 | -0.13 | -0.30 | 0.14 | -0.17 | -0.16 | -0.06 | -0.25 | 0.03 | 0.19 | | | | | | | | |
| X19 | 0.28 | 0.14 | 0.19 | 0.22 | 0.32 | 0.39 | 0.32 | 0.35 | 0.14 | 0.17 | 0.34 | 0.24 | 0.26 | 0.18 | 0.27 | 0.16 | 0.09 | | | | | | | |
| X20 | 0.44 | 0.14 | 0.27 | 0.27 | 0.50 | 0.54 | 0.49 | 0.46 | 0.27 | 0.18 | 0.30 | 0.21 | 0.43 | 0.45 | 0.45 | 0.33 | -0.14 | 0.41 | | | | | | |
| X8 | 0.81 | 0.14 | 0.15 | 0.17 | 0.46 | 0.51 | 0.44 | 0.34 | 0.36 | 0.18 | 0.54 | 0.35 | 0.52 | 0.49 | 0.22 | 0.13 | -0.51 | 0.46 | 0.63 | | | | | |
| X21 | -0.52 | -0.29 | -0.26 | -0.38 | -0.27 | -0.12 | 0.33 | -0.06 | -0.17 | -0.39 | -0.19 | -0.28 | -0.21 | -0.41 | -0.42 | -0.43 | 0.07 | -0.24 | -0.27 | | | | | |
| X30 | -0.11 | 0.25 | 0.07 | 0.01 | -0.41 | -0.19 | 0.14 | 0.36 | 0.05 | -0.17 | -0.06 | -0.05 | -0.001 | -0.16 | -0.16 | -0.36 | -0.03 | -0.25 | -0.26 | | | | | |
| X25 | -0.17 | -0.07 | -0.21 | -0.20 | 0.13 | 0.19 | 0.15 | 0.02 | -0.28 | 0.08 | -0.09 | 0.05 | -0.09 | 0.17 | 0.51 | 0.17 | 0.19 | 0.36 | 0.14 | 0.12 | | | | |
| X26 | 0.07 | 0.17 | -0.08 | 0.02 | 0.13 | 0.23 | 0.11 | 0.23 | 0.16 | 0.03 | 0.11 | 0.16 | 0.04 | 0.09 | 0.28 | 0.26 | -0.23 | 0.38 | 0.36 | -0.47 | 0.42 | | | |
| X27 | 0.32 | 0.27 | 0.19 | 0.29 | 0.20 | 0.29 | 0.13 | 0.12 | 0.31 | 0.04 | 0.28 | 0.33 | 0.09 | 0.03 | -0.23 | -0.08 | -0.25 | 0.11 | 0.37 | -0.24 | -0.16 | 0.41 | | |
| X28 | 0.09 | 0.28 | -0.11 | 0.06 | -0.06 | 0.08 | -0.12 | -0.16 | 0.15 | -0.02 | -0.04 | 0.13 | -0.23 | -0.25 | -0.22 | -0.09 | -0.12 | 0.006 | 0.04 | -0.33 | -0.07 | 0.35 | 0.67 | |

*La relación es significativa si $r \geq 0.35$ con $\alpha = 0.05$ y altamente significativo si $r \geq 0.59$ con $\alpha = 0.01$

Anexo 5a. Principales afectaciones causadas por plagas insectiles en el teocintle anual *ex situ*

El teocintle representa una fuente de genes deseables para mejorar las características del maíz (*Zea mays* L.), especialmente los relacionados con la resistencia a plagas y enfermedades. En Nicaragua se conoce poco de los agentes bióticos ligados a ésta especie. Durante el desarrollo del estudio fueron identificadas como su agente causal de daños *Aeneolamia postica* y *Spodoptera frugiperda*.

Salivita (*Aeneolamia postica* Walker). Homoptera-Delphacidae). Este insecto también conocido como salivazo, chinche salivosa y sapillo, está presente desde México, América Central y América del Sur.



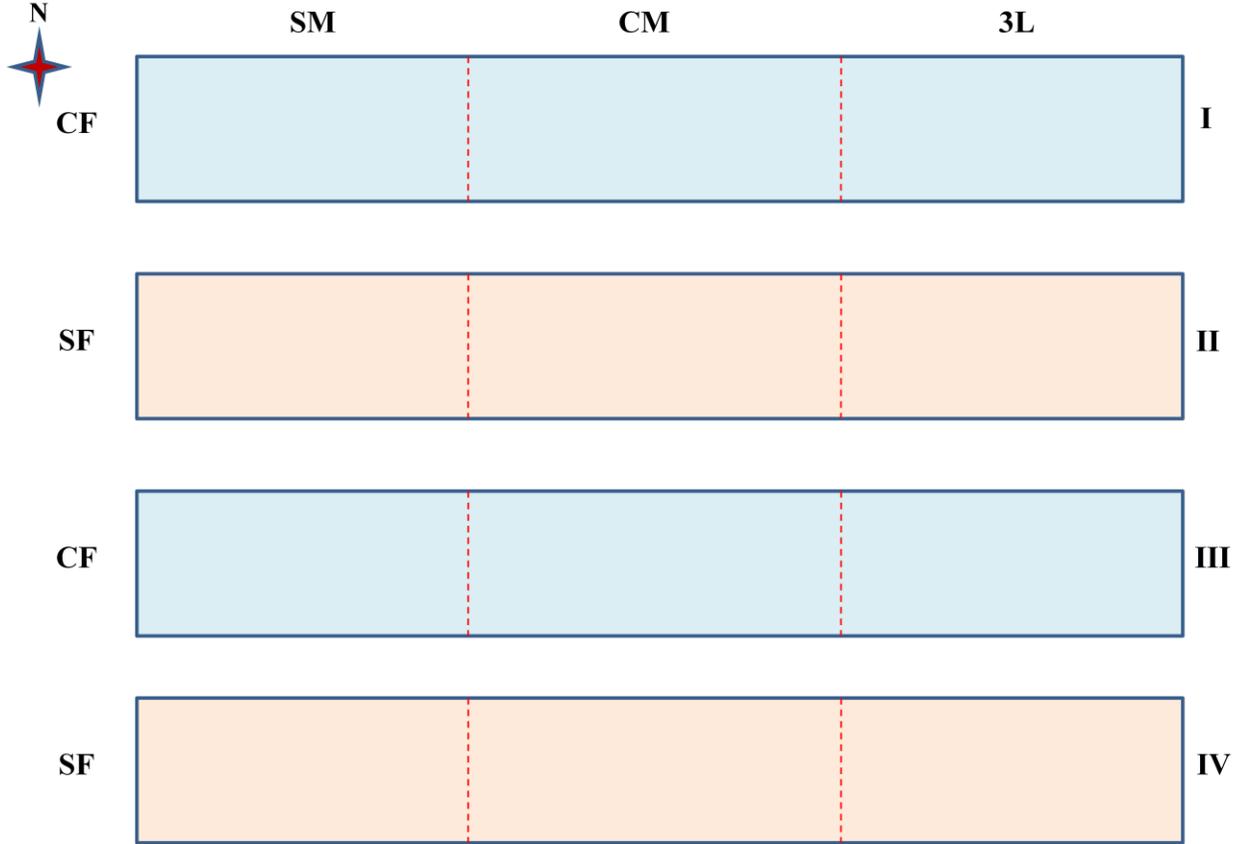
Descripción y daño. Este insecto oviposita en el suelo o en la base de la planta. Las ninfas de color blanco cremoso, pasan por cinco estadios, dentro de una masa blanca espumosa de saliva, en las raíces o partes inferiores del tallo al nivel del suelo. El adulto mide de 7-8 mm de largo, de color negro o pardo oscuro con marcas amarillo pálido en las alas. El principal daño es causado por las ninfas succionan la savia de las raíces y los adultos de las hojas (Saunders *et al.*, 1998).

Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*. Smith-Noctuidae). Esta distribuido en México, América Central y América del Sur. Este afecta a la familia de las Poaceae como pastos, caña de azúcar, sorgo, maíz (Saunders *et al.*, 1998). En el teocintle establecido *ex situ* se presentó pocas plantas.

Descripción y Daño: Este insecto pasa por 6 o 7 estadios, siendo los dos primeros los de mayor importancia, es ahí donde se deben tomar medidas de control, el primer síntomas de la afectación es la presencia de raspadura sobre la parte tierna de las hojas, que posteriormente aparecen como pequeñas áreas translucidas. Cuando la larva alcanza cierto estado de desarrollo, inicia a comer el follaje específicamente en el cogollo.



Anexo 6a. Esquema utilizado en el diseño de Bloques Completo al Azar con arreglos en franjas, en el ensayo uno (Fertilización y niveles de control de malezas)



CF= Con fertilización, **SF**= Sin fertilización, **SM**= Sin maleza (0% enhierbado), **CM**= Con maleza (100% enhierbado), **3L**= tres deshierbes.

Anexo 7a. Esquema utilizado en el diseño de Bloques Completo al Azar con arreglos en franjas, en el ensayo dos (Fertilización y distancias de siembra)



CF= Con fertilización, **SF=** Sin fertilización, **D1=** Distancia 1 (60 cm), **D2=** Distancia 2 (80 cm), **D3=** Distancia 3 (100 cm).