



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL**

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**ESTUDIO DE TRATAMIENTOS EN SEMILLA DE TEOCINTLE ANUAL DE  
NICARAGUA (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ) RECOLECTADA EN  
DIFERENTES MOMENTOS, COMPORTAMIENTO RADICULAR EN DOS  
SUSTRATOS EN ETAPA DE CRECIMIENTO**

**AUTORES:**

***Br.* FERNANDO JOSÉ RIVAS ESPINOZA  
*Br.* JOSÉ ANTONIO MAIRENA CASTILBLANCO**

**ASESORES:**

***Ing. M.Sc.* CARLOS H. LOAÍGA CABALLERO  
*Ing. M.Sc.* ÁLVARO BENAVIDES GONZÁLEZ**

**MANAGUA, NICARAGUA  
ABRIL, 2008**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL**

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**ESTUDIO DE TRATAMIENTOS EN SEMILLA DE TEOCINTLE ANUAL DE  
NICARAGUA (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ) RECOLECTADA EN  
DIFERENTES MOMENTOS, Y COMPORTAMIENTO RADICULAR EN DOS  
SUSTRATOS EN ETAPA DE CRECIMIENTO**

**AUTORES:**

***Br.* FERNANDO JOSÉ RIVAS ESPINOZA  
*Br.* JOSÉ ANTONIO MAIRENA CASTILBLANCO**

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

**MANAGUA, NICARAGUA  
ABRIL, 2008**

## DEDICATORIA

En primer instancia a *Dios* por haberme dado la vida, paciencia y entendimiento para poder concluir con éxito mis estudios, guiándome siempre por el buen camino, manteniendo en mi el espíritu de lucha para poder superar los obstáculos que se presentaron en mis años de estudio. “Gracias Señor por ser la luz y guía en mi camino y especialmente por haberme dado la vida”.

Con mucho amor y cariño al ser que me trajo al mundo, mi madre Hilda del Socorro Espinoza quien con mucho amor y sacrificio siempre estuvo a mi lado durante mis logros y tropiezos.

A mi segunda madre en mi vida María Lourdes Rivas por brindarme su amor, apoyo y consejos, para seguir adelante y por estar conmigo en mis aspiraciones y esfuerzos.

A mis hermanos (as): Marcela, Brenda, Yamilt, Belkis y Gindy quienes en algún momento me apoyaron, y en especial a mi hermano Efraín por brindarme su apoyo moral y económico para poder ingresar a la universidad.

A mi tía Vilma Vega, por sus valiosos consejos que me ha dado a lo largo de todos estos años.

De manera muy especial a mi tía Juanita Martínez por todo el ánimo y apoyo que me ha dado tanto moral, como económico. A sus hijos, por su generosidad, que en determinado momento me dieron su apoyo con mis trabajos.

A todos mis amigos y compañeros de clases que me brindaron su amistad y apoyo.

***Br. Fernando José Rivas Espinoza***

## **DEDICATORIA**

A *Dios* quien nos dio la dicha del ser y por brindarme cada día las energías necesarias para concluir exitosamente la presente obra, lo que significa para mí un peldaño más en mi vida.

A mis padres: José Inocente Mairena y Carmenza Castilblanco quienes con su amor, sacrificio y abnegación lograron hacer realidad un sueño, como es haber formado un hombre y un profesional. A ellos dedico de manera muy especial el presente trabajo de investigación.

A mis hermanos (as): quienes con su apoyo y comprensión han estado conmigo en los momentos más difíciles de mi vida hasta que lograra esta meta.

A mi hijito Enyel Josué Mairena por ser motivo de inspiración en los últimos años, la razón por la cual me esforcé por culminar mis estudios.

A todos mis amistades quienes fueron parte importante en mi formación profesional, transmitiendo su cariño y admiración durante todos estos años.

*Br. José Antonio Mairena Castilblanco*

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente a *Dios* por orientarnos hacia el camino correcto y habernos dado la capacidad intelectual, la cual nos permitió la realización del presente trabajo.

A los *Ing. M.Sc.* Carlos Henry Loáisiga y Álvaro Benavides Gonzáles por su apoyo y asesoramiento en este trabajo.

Al Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN) por permitir la realización de este trabajo.

Al PhD UNA. SLU por financiar el estudio.

A nuestra casa de estudio, la Universidad Nacional Agraria por brindarnos el apoyo y los conocimientos necesarios para formarnos como profesionales.

A todas aquellas personas que de una u otra manera se vieron ligada a nuestra formación y nos ayudaron a concluir nuestros estudios profesionales.

***Br. Fernando José Rivas Espinoza***  
***Br. José Antonio Mairena Castilblanco***

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<i>i</i>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<i>iii</i>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<i>iv</i>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	<i>v</i>
<b>RESUMEN</b>	<i>vi</i>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	3
2.1    Ubicación del área de estudio	3
2.2    Material genético	4
2.3    Diseño experimental y descripción de los tratamientos	4
2.3.1    Fase I: Ensayo para evaluar la germinación	4
2.3.2    Fase II: Ensayo para evaluar el sistema radicular	5
2.3.3    Descripción de los tratamientos	5
2.4    Variables a medir	6
2.4.1    Fase I: Ensayo para evaluar la germinación	6
2.4.2    Fase II: Ensayo para evaluar el crecimiento y sistema radicular	6
2.5    Análisis estadístico	8
<b>III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	9
3.1    Fase I: Ensayo para evaluar la germinación	9
3.1.1    Porcentaje de germinación	9
3.2    Fase II: Ensayo para evaluar el crecimiento y sistema radicular	12
3.2.1    Altura de planta	13
3.2.2    Número de hojas por planta	14
3.2.3    Longitud de hoja	15
3.2.4    Ancho de hoja	15

<b>3.2.5</b>	Número de hijos por planta	16
<b>3.2.6</b>	Diámetro del tallo	17
<b>3.2.7</b>	Área foliar	18
<b>3.2.8</b>	Peso húmedo de planta	19
<b>3.2.9</b>	Peso seco de planta	19
<b>3.2.10</b>	Longitud de raíz	20
<b>3.2.11</b>	Número de raíz	20
<b>3.2.12</b>	Peso húmedo de raíz	21
<b>3.2.13</b>	Peso seco de raíz	21
<b>IV.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	23
<b>V.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	24
<b>VI.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	25

## ÍNDICE DE CUADROS

		<b>Página</b>
<b>Cuadro 1</b>	Factores estudiados en la Fase I. REGEN, 2007.	5
<b>Cuadro 2</b>	Factores estudiados en la Fase II. REGEN, 2007.	5
<b>Cuadro 3</b>	Comparación de los valores medios en los efectos principales sobre variables porcentaje de germinación. REGEN, 2007.	10
<b>Cuadro 4</b>	Composición química de lombrihumus	13
<b>Cuadro 5</b>	Comparación de los valores medios en los efectos principales sobre variables de tallo y hojas. REGEN, 2007.	15
<b>Cuadro 6</b>	Comparación de los valores medios de los tratamientos evaluados en las variables de tallo y hojas. REGEN, 2007.	17
<b>Cuadro 7</b>	Comparación de los valores medios en los efectos principales sobre el área foliar y variables de tallo. REGEN, 2007.	19
<b>Cuadro 8</b>	Comparación de los valores medios de los tratamientos evaluados sobre el área foliar y variables de tallo. REGEN, 2007.	20
<b>Cuadro 9</b>	Comparación de los valores medios en los efectos principales sobre variables de raíz. REGEN, 2007.	21
<b>Cuadro 10</b>	Comparación de los valores medios de los tratamientos evaluados sobre variables de raíz. REGEN, 2007.	22



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Precipitaciones, temperaturas y humedad relativa del REGEN, 2007.	3
<b>Figura 2.</b> Porcentaje de germinación de la semilla de teocintle con distintas épocas de recolección en cuatro tratamientos. REGEN, 2007.	11
<b>Figura 3.</b> Comportamiento de la variable área foliar en cinco momentos de evaluación. REGEN, 2007.	18

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Página</b>
<b>Cuadro 1A</b> Comportamiento de las variables a los 15 días después de la siembra (dds) REGEN 2007.	29
<b>Cuadro 2A</b> Comportamiento de todas las variables a los 30 días después de la siembra (dds) REGEN 2007.	29
<b>Cuadro 3A</b> Comportamiento de todas las variables a los 45 días después de la siembra (dds) REGEN 2007.	30
<b>Cuadro 4A</b> Comportamiento de todas las variables a los 60 días después de la siembra (dds) REGEN 2007.	30
<b>Cuadro 5A</b> Comportamiento de todas las variables a los 75 días después de la siembra (dds) REGEN 2007.	31
<b>Figura1 A</b> Plano de campo evaluación del sistema radicular	31

## RESUMEN

El teocintle anual de Nicaragua (*Zea nicaragüensis* Iltis & Benz), es una especie silvestre endémica de Nicaragua, y pariente muy cercano del maíz, sus semillas presentan un alto porcentaje de latencia, por lo que los estudios fuera de su hábitat natural son escasos. Tomando en consideración esta limitante, en el área experimental del Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN) se estableció un estudio en laboratorio y canteros para identificar tratamientos que inhibieran en un mayor porcentaje la latencia de la semilla. El experimento se agrupó en dos fases: Fase I (ensayo de germinación), Fase II ensayo de la evaluación de los sustratos para medir el crecimiento del (sistema radicular). El diseño empleado para ambas fases fue un Diseño Completo al Azar (DCA) en un arreglo bifactorial con cuatro repeticiones. En la Fase I se evaluaron fechas de recolección de semillas (1991, 1992, 2005 y 2006), y tratamientos para inhibir latencia (ácido giberélico, un testigo, agua oxigenada al 20 % y agua oxigenada al 50 %). En la Fase II, se evaluó el período de recolección de semillas (1991-1992 y 2005-2006) y sustratos (50 % arena + 50 % tierra y 100 % lombrihumus) sobre variables de crecimiento y del (sistema radicular). Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias por Duncan ( $\alpha=0.05$ ). El ANDEVA determinó efecto significativo en los factores evaluados e interacción para los dos ensayos. Los resultados obtenidos mostraron que en la Fase I el tratamiento agua oxigenada al 50 % presentó un mayor número de semillas germinadas, y se encontró que las semillas de teocintle con un mayor período de envejecimiento mostraron los más altos valores de germinación. De igual manera, los pesos secos provenientes de los tallos de plantas jóvenes, así como las raíces de las mismas, presentaron los mayores valores promedios en peso.

## I INTRODUCCIÓN

El centro de origen de una especie está determinado por la variabilidad genética que se encuentra en una región, así como los parientes silvestres que ahí predominan. Muchas de estas especies silvestres a partir de las cuales evolucionaron las actuales plantas cultivadas aun sobreviven en condiciones naturales (Azurdiá; citado por Benavides, 2003).

El maíz (*Zea mays* L.) tiene su origen en el área mesoamericana, los estudios indican que las especies silvestres y/o malezas que se encuentran emparentadas con el maíz como es el caso del teocintle (*Zea* spp.), se encuentran amenazadas por el proceso de erosión genética (Miranda, 1997; citado por Benavides, 2003).

Se mencionan cuatro razas de teocintles en México, dos en Guatemala, una en Honduras y una en Nicaragua. La especie de Honduras (*Zea luxurians* [(Durie & Ascherson) Bird] se extinguió, y la especie existente en Nicaragua se creía similar a la de Honduras. Fue hasta el año 2000 que Iltis y Benz clasificaron al teocintle anual de Nicaragua como *Zea nicaraguensis* (Benavides, 2003).

Según Sánchez *et al.*, (1995), el teocintle presenta un alto potencial forrajero para las regiones tropicales y subtropicales, y es germoplasma valioso en la mejora genética del maíz; pero su mayor importancia radica en el conocimiento actual del origen y evolución del maíz, puesto que es considerado un ancestro o al menos un contribuyente importante en sus características, especialmente en lo que respecta a resistencia a enfermedades y factores adversos.

En el hábitat natural del teocintle anual de Nicaragua, los suelos arcillosos se agrietan al inicio del verano y las semillas caen en el fondo de las grietas, el pasto natural es quemado mientras las semillas de teocintle se encuentran bajo unos pocos centímetros de la superficie del suelo. Posteriormente con las primeras lluvias las arcillas se expanden y la algunas semillas de teocintle germinan. La latencia en la semilla del teocintle hace que la germinación sea esparcida a través del tiempo y espacio limitado al área de su establecimiento. La germinación se extiende desde finales de abril hasta junio, con mayor

frecuencia en el mes de mayo, sólo si las condiciones edáficas y ambientales son las adecuadas (Benavides, 2003).

En Nicaragua poco se conoce sobre esta especie, y el bajo porcentaje de germinación que tiene la semilla resulta una limitante para las investigaciones (Benavides, 2003). Las semillas de teocintle presentan latencia innata (latencia primaria), pero también se puede presentar la latencia impuesta (latencia secundaria), lo que hace que pocas semillas de teocintle logren germinar (Wilkes, 1996).

Por lo antes expuesto, el presente trabajo estudia la germinación y el crecimiento radicular en el teocintle anual de Nicaragua, por lo que se plantean los siguientes objetivos:

**Objetivo general:**

- Generar información sobre la germinación y del sistema radicular del teocintle (*Zea nicaragüensis* Iltis & Benz)

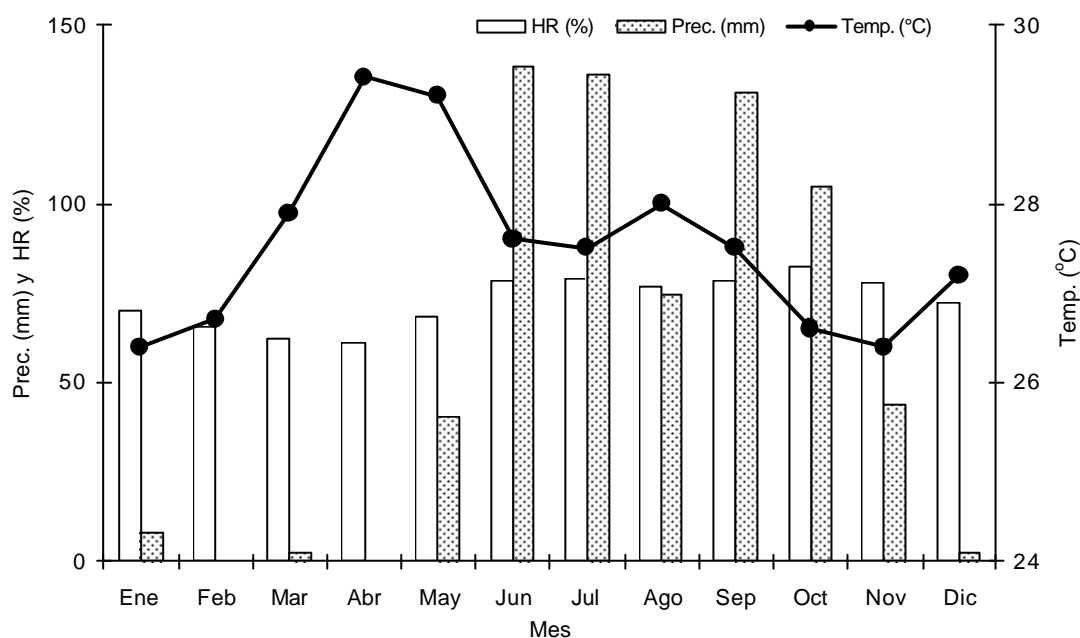
**Objetivos específicos:**

1. Evaluar el efecto de cuatro tratamientos sobre el rompimiento de la latencia de semilla de teocintle recolectada en cuatro momentos.
2. Evaluar el efecto de dos sustratos sobre el sistema radicular del teocintle en etapa de crecimiento.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en el Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN) de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en el km 12 ½ carretera norte, departamento de Managua, localizada en las coordenadas geográficas 12° 8" Latitud Norte y 86° 10" Longitud Oeste, se encuentra a una altura de 56 msnm, con temperaturas promedio de 26 °C, humedad relativa de 70 % y precipitaciones anuales de 1,200 milímetros al año. En la Figura 1 se muestran las características climáticas de mayor importancia en la zona de estudio.



**Figura 1.** Precipitaciones, temperaturas y humedad relativa del REGEN, 2007.

## **2.2 Material genético**

El material genético utilizado fue el teocintle (*Zea nicaragiensis* Iltis & Benz), un pariente silvestre del maíz (*Zea mays* L.) descubierto en la zona nor-occidental de Nicaragua. Dicho material fue recolectado en distintas épocas: 1991, 1992, 2005 y 2006; los años 1991 y 1992 representaron al material viejo y los años 2005 y 2006 al material joven. Las semillas fueron recolectadas en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA) en el municipio de Somotillo, departamento de Chinandega.

## **2.3 Diseño experimental y descripción de los tratamientos**

El presente estudio estuvo constituido por dos fases: Fase I (ensayo para evaluar la germinación) y Fase II (ensayo para evaluar el crecimiento de la planta y el sistema radicular).

### **2.3.1 Fase I: Evaluación de la germinación**

En esta etapa se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA) en un arreglo bifactorial donde se estudiaron el año de recolección del teocintle (1991, 1992, 2005 y 2006) y agentes químicos para eliminar latencia: ácido giberélico ( $C_{19}H_{22}O_6$ ), testigo ( $H_2O$ ), agua oxigenada ( $H_2O_2$ ) al 20 % y 50 %. Se utilizaron 4 réplicas de 50 semillas por cada tratamiento.

Esta fase se desarrolló en el laboratorio de semillas del REGEN con el siguiente procedimiento:

Primeramente se esterilizaron los platos Petri por una hora a temperatura de 180 °C para evitar un ataque de hongos. Los utensilios usados fueron: beaker, probeta y pinzas, y mesa esterilizada donde se estableció el ensayo. Seguidamente a las semillas se les aplicaron los agentes químicos que aparecen en el Cuadro 1. El siguiente paso consistió en colocar las semillas en el platos Petri sobre papel filtro en forma de taco, agregándole el excedente de cada tratamiento, posteriormente se colocaron en una cámara de germinación a temperatura de 24 °C donde se le dio seguimiento hasta realizar el conteo de las semillas germinadas el cual se realizó a los 15 días.

**Cuadro 1.** Factores estudiados en la Fase I. REGEN, 2007.

<b>Factor A: Años de recolección de la semilla</b>	<b>Factor B: Agentes químicos</b>
a <sub>1</sub> Año 1991	b <sub>1</sub> Ácido Giberélico (AG)
a <sub>2</sub> Año 1992	b <sub>2</sub> Testigo* (TS)
a <sub>3</sub> Año 2005	b <sub>3</sub> Agua oxigenada al 20 %
a <sub>4</sub> Año 2006	b <sub>4</sub> Agua oxigenada al 50 %

\* Agua destilada

### 2.3.2 Fase II: Evaluación del sistema radicular

Esta se realizó posterior a la fase I, la cual se llevó acabo en dos canteros en donde se colocaron los sustratos (Cuadro 2).

Se estudiaron dos factores cada tratamiento estaba constituido por 30 plantas cada uno para un total de 60 plantas.

**Cuadro 2.** Factores estudiados en la Fase II. REGEN, 2007.

<b>Factor A: Combinación de las edades de la semilla</b>	<b>Factor B: Sustratos</b>
a <sub>1</sub> Año (1991 y 1992)	b <sub>1</sub> Arena + tierra (50 % y 50 %)
a <sub>2</sub> Año (2005 y 2006)	b <sub>2</sub> Lombrihumus (100 %)

Las dimensiones del ensayo fueron las siguientes: los canteros tenían una longitud de 3 m de largo por 0.6 m de ancho, y una distancia de 2 m entre los canteros, la distancia entre plantas fue de 19 cm y entre surco a 20 cm.

### 2.3.3 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos para ambas fases se constituyeron combinando todos los niveles del Factor A con los niveles de cada uno del Factor B que aparece en los Cuadro 1 y 2 respectivamente.



## **2.4 Variables a medir**

### **2.4.1 Fase I: Evaluación de la germinación**

#### **Porcentaje de germinación**

Se realizó el conteo total de las semillas germinadas a los quince días después de establecido el ensayo para obtener el porcentaje de germinación.

### **2.4.2 Fase II: Evaluación del sistema radicular**

#### **Altura de planta**

Se midió en centímetros (cm) desde la base de la planta al nivel del suelo, hasta el inicio de la hoja bandera, para esto se utilizó una cinta métrica.

#### **Número de hojas**

Se contabilizó el número total de hojas por cada planta.

#### **Longitud de hoja**

Para la toma de esta variable se hizo uso de una cinta métrica, se midió en centímetros desde la base de la hoja hasta el ápice, seleccionando una hoja en la parte media de la planta.

#### **Ancho de hoja**

Para medir esta variable se utilizó una cinta métrica, se seccionó una hoja en la parte media de la planta, se midió en centímetros en la parte más ancha de la hoja, de extremo a extremo.

#### **Número de hijos por planta**

Se contabilizó el número de hijos que emergen del nudo del tallo principal que están en contacto con el suelo.

### **Diámetro del tallo**

Medida en milímetros con un vernier, tomando el diámetro mayor y el diámetro menor.

### **Área foliar**

Para obtener esta variable se multiplicó el largo y el ancho de la hoja, lo que resultó como el área foliar expresada en centímetros cuadrados (cm<sup>2</sup>) después de multiplicarlo por el Factor de corrección estimado al igual que el maíz en 0.75.

### **Peso húmedo de la planta**

Para la medición de esta variable se utilizó como apoyo una balanza para determinar el peso húmedo en gramos (g) de la planta al momento de la toma de datos.

### **Peso seco de la planta**

Esta variable se tomó posterior al peso húmedo en donde se colocó en un horno a una temperatura de 60 °C durante 48 horas, posteriormente se pesaron en una balanza para obtener el peso seco en gramos.

### **Longitud de raíz**

Tomada en centímetros desde la base del tallo hasta el final de la raíz. Para la toma de esta variable se utilizaron un total de cinco plantas por cada tratamiento, y posteriormente se midieron con una cinta métrica. Esta variable se tomó cada quince días.

### **Número de raíces**

Se contabilizó el número de raíces por cada planta.

### **Peso húmedo de raíz**

Este se determinó cada quince días arrancando las raíces de cada planta utilizando una balanza para obtener el peso fresco en gramos.

### **Peso seco de raíz**

Las raíces frescas se colocaron en un horno a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 48 horas, seguidamente se pesó en una balanza.

### **2.5 Análisis estadístico**

Los análisis estadísticos fueron sometidos a ANDEVA y separación de medias a través de Duncan ( $\alpha=0.05$ ). Para esto se utilizaron los software apropiados para manejar bases de datos (Excel) y para el análisis estadístico se utilizó InfoStat versión 2004, y SAS v. 9.1.

### **III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 Fase I: Ensayo para evaluar la germinación**

Se entiende por latencia o dormición al estado en el cual una semilla viable no germina aunque se la coloque en condiciones de humedad, temperatura y concentración de oxígeno adecuadas. De ello se deduce que las semillas pueden mantener su viabilidad durante largos períodos de tiempo. Esta es una de las propiedades más importantes que poseen los vegetales. Gracias a ello las semillas sobreviven en condiciones desfavorables y adversas, aunque no indefinidamente. Esta adaptabilidad se manifiesta de dos formas distintas, pero no excluyentes: Las semillas no germinan por que las condiciones no son las más apropiadas para ello (latencia impuesta). Las semillas no germinan aunque se encuentren en un ambiente favorable, al existir ciertas condiciones propias de la semilla que se lo impiden (latencia innata). Este segundo mecanismo es el que generalmente, se entiende como latencia de semillas (Rodríguez, 2000).

El embrión de la semilla de teocintle representa un tercio de la semilla, el que está cubierto por un pericarpio grueso que recubre al fruto (Benavides, 2003). García (2003) indica que la gruesa cubierta seminal de las semillas constituye una barrera impermeable al agua y a los gases que ejercen una resistencia física a la expansión de la radícula, que impide la germinación.

##### **3.1.1 Porcentaje de germinación**

El proceso de germinación se inicia cuando la semilla se hidrata y la radícula empieza a crecer y finaliza cuando la radícula atraviesa la cubierta seminal. El reposo de una semilla puede ser consecuencia de uno o varios de estos factores combinados. El conocimiento de estos procesos que obstaculizan la germinación de las semillas permite encontrar las formas de eliminarlos, lo cual garantiza una germinación satisfactoria y uniforme, factores importantes en la agricultura (Guevara, 1998).

El porcentaje de germinación o capacidad germinativa indica la proporción de semillas puras que son capaces de germinar en un tiempo determinado. Este elemento es el que realmente demuestra la calidad de la semilla (Sandoval, 1999).

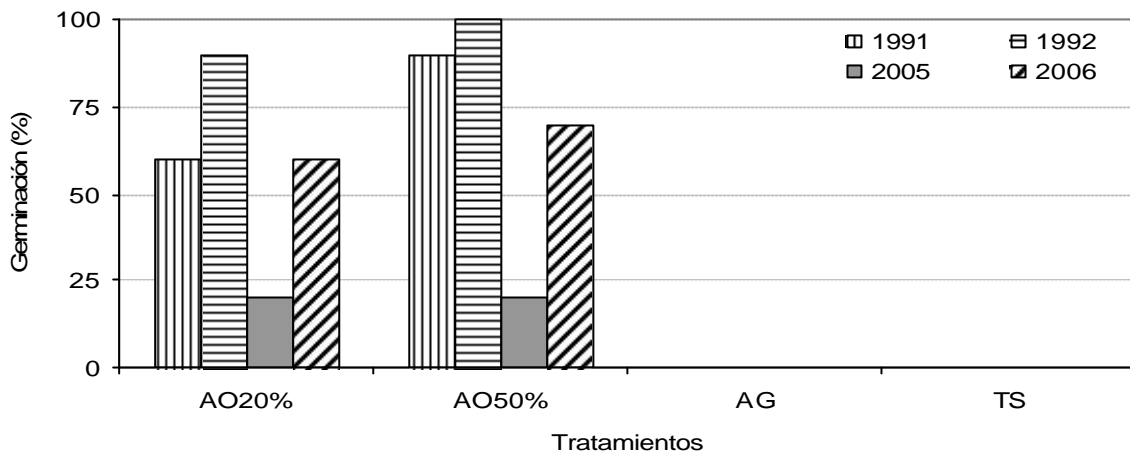
Los resultados obtenidos en este estudio demostraron que para ambos factores hubo diferencias estadísticas significativas. En el Cuadro 3 se aprecia que el factor años de recolección de las semillas 1991, 1992 y 2006 difieren estadísticamente con respecto al año 2005, obteniendo los promedios más altos el año 1992 con 47.5. En el factor B el agua oxigenada al 20 % y agua oxigenada al 50 % se diferenciaron estadísticamente con el ácido giberélico y el testigo, obteniendo los valores más altos el tratamiento agua oxigenada al 50 % con 70 % de germinación, seguido del tratamiento agua oxigenada al 20 % con 57.5 % de germinación

**Cuadro 3.** Comparación de los valores medios en los efectos principales sobre variables porcentaje de germinación. REGEN, 2007.

	<b>Factor</b>	<b>% Germinación</b>
<b>FA</b>	1991	37.5 a
	1992	47.5 a
	2005	10.0 b
	2006	32.5 a
<b>FB</b>	Ácido giberélico	0.00 b
	Testigo	0.00 b
	Agua oxigenada al 20 %	57.5 a
	Agua oxigenada al 50 %	70.0 a

Medias con letras en común no difieren estadísticamente según (Duncan  $\alpha=0.05$ )

En la interacción de factores (Figura 2) mostraron que la aplicación de agua oxigenada al 50 % con el año 1992 obtuvieron el mejor porcentaje de germinación con 100 %, los promedios más bajos los tuvieron la combinación agua oxigenada al 50 % y agua oxigenada al 20 % combinados con el año 2005, respectivamente, con 20 % de germinación.



**Figura 2.** Porcentaje de germinación de la semilla de teocintle con distintas épocas de recolección en cuatro tratamientos. REGEN, 2007. AO= Agua oxigenada AG= Ácido giberélico TS= Testigo

Esto se debió posiblemente a que la semilla para llevar a cabo el proceso de germinación necesitan suficiente oxígeno para llevar a cabo sus procesos metabólicos, lo cual al aplicarle 50 % de agua oxigenada estos procesos metabólicos se aceleraron considerablemente. Por otro lado el agua oxigenada tiene propiedades corrosivas, de tal manera que estas afectaron la envoltura exterior de la semilla facilitando así la apertura y la emisión de la radícula. Otra de las posibles causas pudo haber sido la edad de la semilla, ya que las semillas de mayor edad respondieron mejor a la germinación, esto se debe posiblemente a que el teocintle por ser una especie silvestre tiene la característica de poseer una latencia mucho más larga en comparación con otras especies. Otra de las posibles causas es que las semillas de algunas especies con el paso del tiempo aumentan su capacidad de germinación, lo que confirma (Whyte *et al.*, 1959) quien dice que la impermeabilidad del tegumento de la semilla disminuye con la edad, de modo que la germinación es mucho más alta después de un periodo de almacenamiento. Pero también pudo haber influido las condiciones de almacenamiento, ya que no estuvieron almacenadas en condiciones similares como lo refleja la Figura 2 donde muestra que las semillas recolectadas en el año 2006 obtuvieron mayores porcentajes de germinación en comparación con las semillas cosechadas en el año 2005.

### **3.2 Fase II: Ensayo para evaluar el sistema radicular**

Las gramíneas tienen un sistema radicular fibroso y las raíces primarias pueden persistir un corto tiempo, después de la germinación como ocurre en el maíz (Rodríguez, 2000).

El teocintle anual de Nicaragua en su hábitat natural, las plantas desarrollan raíces secundarias y adventicias en los nudos del tallo que están en contacto con el suelo, mientras la parte superior del tallo se mantiene erecto buscando la luz. Las raíces secundarias presentan una coloración rojo-púrpura y el número varía de 10 a 13 distribuidas en los tres primeros entrenudos de la base del tallo principal (Benavides, 2003).

El lombrihumus es el producto que resulta de la transformación de la materia orgánica por medio de lombrices, para lo cual se cultivan industrialmente estos anélidos que transforman grandes cantidades de materia orgánica en un relativo corto espacio de tiempo. El humus de lombriz es el producto final de su digestión y constituye un excelente regenerador orgánico del suelo, mejorando las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Bollo, 2005; citado por Ortega, 2006).

El humus de la lombriz está compuesto principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose una gran cantidad de microorganismos. Las cantidades de estos elementos dependen de las características químicas del sustrato que dieron origen a la alimentación de las lombrices. Según informes técnicos el lombrihumus contiene: 5 veces más nitrógeno; 7 veces más fósforo; 5 veces más potasio y 2 veces más calcio que el material orgánico que ingirieron, lo que incide en el crecimiento y desarrollo de las plantas. El Cuadro 1, resume las características químicas de lombrihumus (Chavarría *et al.*, 2001; citado por Ortega, 2006).

**Cuadro 4.** Composición química de lombrihumus

Contenido	Composición	Contenido	Composición
Humedad	30-60 %	pH	6.8-7.2
Nitrógeno	1.0-2.6 %	Fósforo	2.0-8.0 %
Potasio	1.0-2.5 %	Calcio	2.0-8.0 %
Magnesio	1.0-2.5 %	Materia orgánica	30.0-70.0 %
Carbono orgánico	14-30 %	Ácido fúlvicos	2.8-5.8 %
Ácido húmico-fúlvico	1.5-3 %	Sodio	0.02 %
Cobre	0.05 %	Hierro	0.02 %
Manganeso	0.006 %	Relación C:N	10.0-11.0 %

Fuente: Ortega, 2006

### 3.2.1 Altura de planta

La altura de planta es un parámetro importante ya que es un indicativo de la velocidad de crecimiento, está determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis (Moran y Perezardon, 2000).

Rodríguez y Salazar (1996) encontraron diferentes alturas de plantas presentando diferencias significativas estadísticamente en suelos con y sin malezas, presentando las mayores alturas las parcelas bajo los tratamientos sin malezas con promedio de 397 cm y 363 cm en los tratamientos con maleza.

Los resultados obtenidos en este estudio se muestran en el Cuadro 3 para esta variable no hubo diferencias significativas en los resultados del Factor A, las mayores alturas se obtuvieron de las semillas recolectadas en los años (2005-2006) con promedio de 51.5 cm, no así en los niveles del Factor B, donde se encontraron diferencias significativas, obteniendo la mayor altura el sustrato lombrihumus con promedio de 60 cm. Al analizar el efecto de la interacción de los factores (Cuadro 4) los tratamientos difirieron estadísticamente, las mayores alturas, la combinación de las semillas recolectadas en el año 2005-2006 con el sustrato lombrihumus con una altura promedio 66.6 cm, mientras que las menores alturas las registró la interacción de los años 1991-1992 con arena más tierra con 24.0 cm.



Este estudio presentó menores alturas, de plantas, en comparación con los obtenidos por Rodríguez y Salazar (1996), esto se le atribuye a que en este estudio sólo se evaluó hasta la fase de crecimiento, con una distancia de siembra menor. Por otro lado Moran y Perezardon (2000) afirman que la altura se encuentra influenciada por diferentes factores entre ellos humedad, temperatura y la competencia entre planta.

### **3.2.2 Número de hojas por planta**

Los principales órganos para la realización de la fotosíntesis en la planta son las hojas y la concentración de nutrientes en las mismas influyen en el crecimiento y rendimiento del cultivo (Barahona y Gago, 1996).

Rodríguez y Salazar (1996) encontraron diferencias significativas bajo los tratamientos fechas de siembra con maleza y sin maleza, obteniendo el más alto número a los 90 días el tratamiento sin maleza con 8 hojas por planta.

El ANDEVA realizado para esta variable muestra que no hubo diferencias significativas para el Factor A, obteniendo los mayores promedios los años 2005 y 2006 con 9 hojas por planta (Cuadro 3), no así en el Factor B donde se encontró diferencias significativas obteniendo el valor más alto el lombrihumus con 9.6 hojas por planta, en la interacción de ambos factores se encontraron diferencias estadísticas obteniendo el mayor número de hojas la interacción lombrihumus con las semillas cosechadas en los años (2005 y 2006) con un promedio de 10 hojas por planta (Cuadro 4).

La comparación de los resultados obtenidos en el presente estudio y los obtenidos por Rodríguez y Salazar (1996) muestran que estos últimos obtuvieron resultados inferiores, posiblemente influyó que el lombrihumus por ser rico en materia orgánica y nutrientes hubo un mejor desarrollo de las plantas y por lo tanto un mayor número de hojas. Según Robles (1990) el número de hojas está influenciado por los nutrientes.

**Cuadro 5.** Comparación de los valores medios en los efectos principales sobre variables de tallo y hojas. REGEN, 2007.

	ALTPLA	NUMHOJ	LONHOJ	ANCHOJ	NUMHIJ
<b>FA</b>					
1991-1992	38.66 a	8.00 a	86.16 a	3.73 a	0.83 a
2005-2006	51.50 a	9.00 a	87.91 a	4.81 a	1.67 a
<b>FB</b>					
Arena + tierra	30.16 b	7.33 b	71.75 b	3.48 b	0.00 b
Lombrihumus	60.00 a	9.67 a	102.33 a	5.06 a	2.50 a

Medias con letras en común no difieren estadísticamente según (Duncan  $\alpha=0.05$ ) FA = Años de recolección de semillas de teocintle, FB = Sustratos para la germinación. ALTPLA = altura de planta, NUMHOJ = número de hojas, LONHOJ = longitud de hoja, ANCHOJ = ancho de hoja, NUMHIJ = número de hijos.

### 3.2.3 Longitud de hoja

Rodríguez y Salazar (1996) obtuvieron significancia utilizando tratamientos con maleza y sin maleza, registrándole las mayores longitudes en los tratamientos sin malezas en rangos de 45 a 131 cm de longitud.

El ANDEVA indica que no hubo deferencias estadísticas significativas para el Factor A la mayor longitud se registraron en las semillas cosechadas en los años 2005 y 2006, con promedio de 87.9 cm (Cuadro 3). En el Factor B se encontraron diferencias significativas, la mayor longitud se registro en el sustrato lombrihumus con promedio de 102.3. cm Al analizar el efecto de los tratamientos (interacción AxB) se observaron diferencias significativas las mayores longitudes en la combinación lombrihumus con las semillas cosechadas en los años 2005 y 2006 con promedio de 109 cm (Cuadro 4).

Los resultados obtenidos en el presente estudio son similares a los reportados por Rodríguez y Salazar (1996), ya que se encuentran dentro del rango de dicho estudio, esto se debió posiblemente a que las condiciones en el campo eran similares, y además este carácter está influenciado por el efecto de competencia con la maleza y el periodo de crecimiento de la planta.

### 3.2.4 Ancho de hoja

Rodríguez y Salazar (1996) encontraron diferencias significativas utilizando siembra con maleza y siembras sin malezas, donde demuestran rangos que van desde 3 a 7 cm de ancho.

En el presente estudio el ANDEVA mostró que no hubo efecto significativo para el factor años de recolección obteniéndose las mayores longitudes promedio en las semillas cosechadas en los años 2005 y 2006 con 4.81 cm (Cuadro 3). En el Factor B hubo diferencias significativas los promedios más altos resultaron en el sustrato lombrihumus con promedio de 5.06 cm. En el Cuadro 4 se observan diferencias significativas, el mayor ancho de hojas se obtuvo donde se aplicó lombrihumus a las semillas recolectadas en los años 2005 y 2006 con promedio de 5.50 cm.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Rodríguez y Salazar (1996), esto se debió a que al no haber competencia con malezas y con las mismas plantas tuvieron un desarrollo similar al absorber nutrientes, luz y agua.

### **3.2.5 Número de hijos por planta**

Resultados obtenidos por Rodríguez y Salazar (1996) encontraron diferencias significativas en esta variable utilizando tratamientos con maleza y sin malezas, presentando el mayor número de hijos los tratamientos sin maleza con promedio de 4 a 9 hijos por planta.

En este estudio los resultados que se obtuvieron para el factor Años de colecta no hubo diferencia significativa (Cuadro 3) mostrando los mejores resultados las semillas recolectadas en los años 2005 y 2006, con un promedio de 1.67 hijos por planta, mientras que en el Factor B hubo diferencia significativa obteniendo el mayor número de hijos el sustrato lombrihumus con un promedio de 2.50 hijos por planta. La interacción de los factores se muestra en el Cuadro 4, donde se encontró diferencia significativa obteniendo el mayor número de hijos la interacción de las semillas recolectadas en los años 2005-2006 con lombrihumus con un promedio de 3.3 hijos por planta.

Según resultados obtenidos en este estudio en comparación por los obtenidos por Rodríguez y Salazar (1996) son menores, esto se debe a que en el presente estudio sólo se evaluó hasta el estado de crecimiento, por lo que las plantas no se habían desarrollado completamente, además la distancia entre planta era menor en este estudio. López (1991) afirma que las plantas compiten por luz, nutrientes y humedad lo que limita el ahijamiento.

**Cuadro 6.** Comparación de los valores medios de los tratamientos evaluados en las variables de tallo y hojas. REGEN, 2007.

FA	FB	ALTPLA	NUMHOJ	LONHOJ	ANCHOJ	NUMHIJ
1991-1992	Arena + tierra	24.00 b	6.00 b	66.8 b	2.8 b	0.00 b
2005-2006	Arena + tierra	36.3 ab	8.67 a	76.6 ab	4.1 ab	0.00 b
1991-1992	Lombrihumus	53.3 ab	9.33 a	95.6 ab	4.6 a	1.67 ab
2005-2006	Lombrihumus	66.6 a	10.00 a	109.00 a	5.5 a	3.33 a

Medias con letras en común no difieren estadísticamente según (Duncan  $\alpha=0.05$ ) FA = Años de recolección de semillas de teocintle, FB = Sustratos para la germinación. ALTPLA = altura de planta, NUMHOJ = número de hojas, LONHOJ = longitud de hoja, ANCHOJ = ancho de hoja, NUMHIJ = número de hijos.

### 3.2.6 Diámetro del tallo

Esta variable es de mucha importancia, debido a que es una característica agronómica que representa el vigor que una variedad puede tener y es deseable por que disminuye la posibilidad del acame en las plantas (Camacho y Bonilla, 1999).

Rodríguez y Salazar (1996) no obtuvieron diferencias significativas para esta variable obteniendo datos con rangos de 0.5 a 1.6 utilizando diferentes épocas de siembra.

Los resultados de este descriptor se muestran en el Cuadro 5, y según el ANDEVA el Factor A mostró diferencias significativas en cuanto al diámetro mayor, mientras que para el diámetro menor no hubo diferencias significativas resultando los mayores promedios las semillas recolectadas en los años (2005-2006) para ambos, con un diámetro mayor de 1.5 cm y un diámetro menor de 1.2 cm, no obstante para el Factor B hubo diferencias significativas para ambos diámetros obteniendo el mayor el sustrato lombrihumus con un diámetro mayor de 1.8 cm y un diámetro menor de 1.4 cm. En cuanto al efecto de los tratamientos hubo diferencias significativas para el diámetro mayor y menor (Cuadro 6), resultando los mayores diámetros en la interacción lombrihumus y las semillas recolectadas en los años 2005 y 2006, con un promedio de 1.8 cm y 1.53 cm, respectivamente.

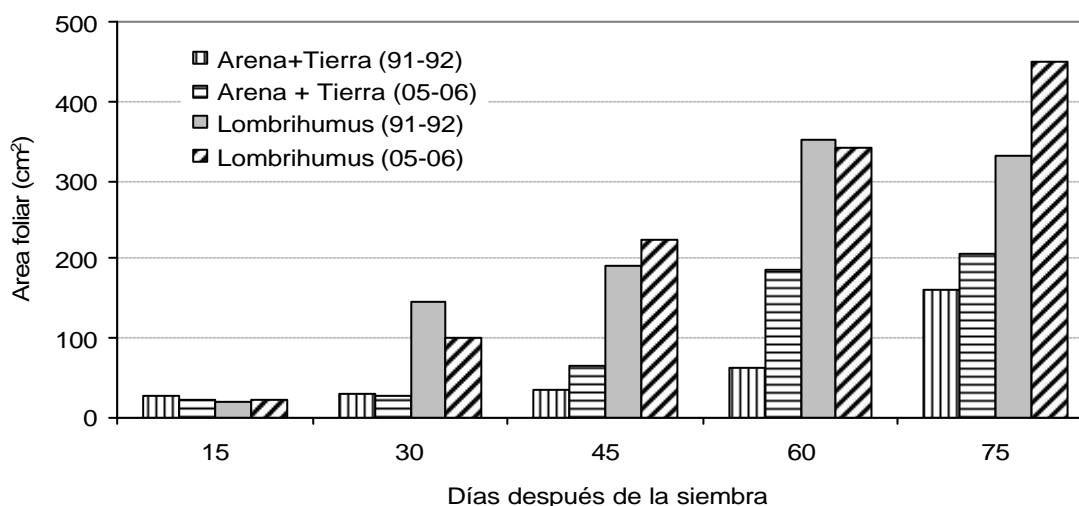
Los resultados de este estudio indican que son similares a los obtenidos por Rodríguez y Salazar (1996), esto se debe posiblemente a que el diámetro del tallo esta influenciado por el contenido de nutrientes entre ellos el nitrogenado (Camacho y Bonilla, 1999).

### 3.2.7 Área foliar

Estudios realizados por Rodríguez y Salazar (1996), indican que esta variable resultó significativa utilizando tratamientos con malezas y sin malezas, obteniendo rangos de 100 a 595 cm<sup>2</sup>.

Los resultados indican (Cuadro 6), que no se encontró diferencias significativas para los niveles del Factor A, no así para el Factor B y la interacción de factores en donde se encontraron diferencias significativas. Se observa para el Factor A la combinación de los años 2005-2006 obtuvo el mayor área foliar con 331.3 cm<sup>2</sup>. Al analizar el comportamiento del Factor B se aprecia que la mayor área foliar la registró el sustrato lombrihumus. Se puede observar que en la interacción de factores (Cuadro 6) la mayor área foliar ocurrió en la interacción años 2005-2006 con lombrihumus con 445.6 cm<sup>2</sup> y las menores las obtuvo la combinación de los años 1991-1992 con arena + tierra.

Según (Arana y Cruz 1993; citado por López 1997), un incremento de nitrógeno produce una mayor área foliar lo que se refleja en la Figura 3, donde las mayores áreas foliares las obtuvieron las plantas del cantero donde se aplicó lombrihumus, esto ocurrió debido a que el lombrihumus al estar compuesto principalmente por carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno aumentó el área foliar. Lo que confirma Perdomo (2000) quien dice que una gran cantidad de micronutrientes y microorganismos aumentan el área foliar.



**Figura 3.** Comportamiento de la variable área foliar en cinco momentos de evaluación. REGEN, 2007.

### 3.2.8 Peso húmedo de planta

En las plantas jóvenes el tejido foliar tiene un gran contenido de agua debido a sus importantes funciones de metabolismo, intercambio de gases, fotosíntesis y transporte de nutrimentos y minerales, constituye la mayor parte del peso fresco (Banziger *et al.*, 1990).

Se encontró significancia estadística en ambos factores obteniendo el mayor peso el Factor A y las semillas cosechadas en los años 2005-2006, con un promedio de 261.6 g (Cuadro 5). En cuanto al Factor B el mayor peso lo obtuvo el sustrato lombrihumus con 320.8 g. En el análisis de la interacción (Cuadro 6) se observa diferencias significativas, resultando la interacción lombrihumus con las semillas recolectadas en los años 2005 y 2006 de mayor peso con 478.6 g y el menor lo obtuvo la interacción arena más tierra con las semillas cosechadas en los años 1991 y 1992 con 24.7 g.

**Cuadro 7.** Comparación de los valores medios en los efectos principales sobre el área foliar y variables de tallo. REGEN, 2007.

	<b>AREFOL</b>	<b>DIAMAY</b>	<b>DIAMEN</b>	<b>PESHUMP</b>	<b>PESSECP</b>
<b>FA</b>					
1991-1992	251.5 a	1.13 b	0.90 a	93.70 b	28.43 b
2005-2006	331.3 a	1.58 a	1.23 a	271.67 a	121.74 a
<b>FB</b>					
Arena + tierra	190.62 b	0.90 b	0.70 b	44.70 b	8.65 b
Lombrihumus	392.18 a	1.81 a	1.43 a	320.67 a	141.52 a

Medias con letras en común no difieren estadísticamente según (Duncan  $\alpha=0.05$ ) FA = Años de recolección de semillas de teocintle, FB = Sustratos para la germinación. AREFOL = área foliar, DIAMAY = diámetro mayor, DIAMEN = diámetro menor, PESHUMP = peso húmedo de la planta, PESSECP = peso seco de la planta.

### 3.2.9 Peso seco de planta

El contenido de materia seca se usa ampliamente en el estudio de las plántulas como indicador de la intensidad de crecimiento de la producción, gastos y participación de carbohidratos (Zamki y Shaffer, 1996; citado por Espinoza 1998). Esta variable presentó diferencias significativas para ambos factores obteniendo los mayores pesos las semillas cosechadas en los años 2005 y 2006 con 121.7 g y en el Factor B el sustrato lombrihumus con un promedio de 141.5 g (Cuadro 5). Según el ANDEVA (Cuadro 6) en la interacción de factores presentó diferencias significativas, resultando con los mayores pesos la interacción lombrihumus con las semillas cosechadas en los años 2005 y 2006, con un

promedio de 229.7 g y el menor promedio de peso la interacción arena más tierra con las semillas cosechadas en los años 1991 y 1992 con 3.8 g.

**Cuadro 8.** Comparación de los valores medios de los tratamientos evaluados sobre el área foliar y variables de tallo. REGEN, 2007.

FA	FB	AREFOL	DIAMAY	DIAMEN	PESHUMP	PESSECP
1991-1992	Arena + tierra	164.23 b	5.00 c	4.67 c	24.73 b	3.59 b
2005-2006	Arena + tierra	217.00 ab	13.00 b	9.33 bc	64.67 b	13.71 b
1991-1992	Lombrihumus	338.77 a	17.67 ab	13.33 ab	162.67 b	53.17 b
2005-2006	Lombrihumus	445.60 a	18.67 a	15.33 a	478.67 a	229.77 a

Medias con letras en común no difieren estadísticamente según (Duncan $\alpha$ =0.05) FA = Años de recolección de semillas de teocintle, FB = Sustratos para la germinación. AREFOL = área foliar, DIAMAY = diámetro mayor, DIAMEN = diámetro menor, PESHUMP = peso húmedo de la planta, PESSECP = peso seco de la planta.

### 3.2.10 Longitud de raíz

No hubo diferencias significativas para el Factor A (Cuadro 7) obteniendo la mayor longitud, las semillas cosechadas en los años 2005 2006, con un promedio de 51.5 cm, en el Factor B las mayores longitudes las presentaron el sustrato lombrihumus con un promedio de 56.1 cm. Para la interacción de los factores hubo diferencias significativas entre ellos (Cuadro 8). La mayor longitud la obtuvo la interacción lombrihumus con las semillas cosechadas en los años 2005 y 2006 con promedio de 64.3 cm, mientras que las menores longitudes las obtuvo la interacción arena más tierra con las semillas cosechadas en los años 1991 y 1992 con promedio de 34.0 cm.

### 3.2.11 Número de raíz

Esta variable resultó no significativa en los niveles del Factor A obteniendo rangos de 17.3 a 25.8 raíces por plantas, resultando las semillas cosechadas en los años 2005 y 2006 con el mayor numero de raíces (Cuadro 7), no así para el Factor B donde hubo diferencia significativa con rangos de 12.1 a 31.0 raíces por planta registrando el mayor número el sustrato lombrihumus. El análisis de la interacción de los factores demostró que hubo diferencias significativas (Cuadro 8). El mayor número de raíces lo registro la interacción lombrihumus con las semillas cosechadas en los años 2005 y 2006, y las menores la interacción arena más tierra con las semillas cosechadas en los años 1991 y 1992 para un promedio de 10.6 raíces por planta.

**Cuadro 9.** Comparación de los valores medios en los efectos principales sobre variables de raíz. REGEN, 2007.

	LONRAI	NUNRAI	PESHUMR	PESSECR
<b>FA</b>				
1991-1992	41.00 a	17.33 a	3.65 b	1.44 b
2005-2006	51.50 a	25.83 a	9.79 a	4.12 a
<b>FB</b>				
Arena + tierra	36.33 b	12.17 b	1.10 b	0.41 b
Lombrihumus	56.16 a	31.00 a	12.35 a	5.15 a

Medias con letras distintas indican diferencia significativa según Duncan ( $\alpha=0.05$ ) FA = Años de recolección de semillas de teocintle, FB = Sustratos para la germinación. LONRAI = longitud de raíz, NUNRAI = número de raíces, PESHUMR = peso húmedo de raíz, PESSECR = peso seco de raíz.

### 3.2.12 Peso húmedo de raíz

Este descriptor presentó diferencias significativas para ambos factores (Cuadro 7) resultando el mayor peso para el Factor A las semillas cosechadas en los años 2005 y 2006 con un promedio de 9.7 g, no así en el Factor B donde se obtuvo 12.3 g utilizando el sustrato lombrihumus. Según el ANDEVA en la interacción de Factores demuestran que hubo diferencias significativas (Cuadro 8) donde resultó el mayor promedio la interacción lombrihumus con las semillas cosechadas en los años 2005 y 2006 para un promedio de 17.9 g mientras que el menor promedio lo obtuvo la interacción arena más tierra con las semillas cosechadas en los años 1991 y 1992 con un promedio de 0.6 g.

### 3.2.13 Peso seco de raíz

Para esta variable según el ANDEVA presentó significancia para ambos factores (Cuadro 7), obteniendo el mayor peso para el Factor A las semillas cosechadas en los años 2005 y 2006 con 4.1 g, en el Factor B el mayor promedio lo obtuvo el sustrato lombrihumus con 5.1 g. La interacción de los factores mostró diferencia estadística (Cuadro 8), resultando con mayor peso la interacción lombrihumus con las semillas cosechadas en los años 2005 y 2006 con un promedio de 7.6 g, mientras que los menores pesos se encontraron en la interacción arena más tierra con las semillas cosechadas en los años 1991 y 1992 con valor medio de 0.2 g.



**Cuadro 10.** Comparación de los valores medios de los tratamientos evaluados sobre variables de raíz. REGEN, 2007.

<b>FA</b>	<b>FB</b>	<b>LONRAI</b>	<b>NUNRAI</b>	<b>PESHUMR</b>	<b>PESSECR</b>
1991-1992	Arena + tierra	34.0 b	10.6 b	0.60 c	0.24 c
2005-2006	Arena + tierra	38.6 b	13.67 b	1.60 c	0.57 c
1991-1992	Lombrihumus	48.0 ab	24.00 ab	6.70 b	2.63 b
2005-2006	Lombrihumus	64.3 a	38.00 a	17.99 a	7.66 a

Medias con letras distintas indican diferencia significativa según Duncan ( $\alpha=0.05$ ) FA = Años de recolección de semillas de teocintle, FB = Sustratos para la germinación. LONRAI = longitud de raíz, NUNRAI = número de raíces, PESHUMR = peso húmedo de raíz, PESSECR = peso seco de raíz.

#### **IV. CONCLUSIONES**

- La germinación del teocintle fue afectada de manera significativa por los años de recolección de la semilla y agentes químicos para disminuir latencia. Dichos factores mostraron interacción significativa. La utilización de agua oxigenada en sus concentraciones de 20 % y 50 % y las muestras de semillas obtenidas de las primeras recolecciones (años 1991 y 1992) lograron los mayores porcentajes de germinación, en cambio el ácido giberélico y el testigo no lograron inhibir la latencia de la semilla de teocintle.
  
- Las variables de crecimiento del tallo, longitud y número de raíces no mostraron efecto significativo en las semillas obtenidas durante el período 2005-2006, pero si fueron afectados significativamente los pesos secos de planta y raíz. El factor sustrato afectó de manera significativa a las variables evaluadas; y mostró relación significativa con los periodos evaluados. Los mayores valores en variables se reportaron en el período 2005-2006, y en el sustrato lombrihumus.

## **V. RECOMENDACIONES**

- Utilizar otros tratamientos para la inhibición de la latencia, y conformar otros arreglos de tratamientos de agua oxigenada con concentraciones entre el 20 y 50 %.
  
- Replicar el experimento con un mayor número de semillas y más repeticiones en el tiempo para obtener mayor precisión en los resultados, y tomar en cuenta el tiempo de almacenamiento de la semilla.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANZINGER. M. EDEMEADES. G; O. J. BOLAÑOS,** 1990. La relación entre peso fresco y seco del rastrojo de maíz en diferentes estados fenológicos del cultivo: síntesis de resultados experimentales. Guatemala. p 297-302
- BARAHONA O. Y H. F. GAGO.** 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. Universidad Nacional Agraria. Trabajo de tesis. 69 p.
- BENAVIDES G. A.** 2003. Caracterización *in situ* y *ex situ* del teocintle anual (*Zea nicaraguensis* ILTIS & BENZ) recolectado en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA), Chinandega, Nicaragua. Tesis de Maestría. Universidad de Barcelona/Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 83 p.
- 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. Universidad Nacional Agraria. Trabajo de tesis. p. 11-12.
- ESPINOZA, E. J, R.** 1998. Modelo de regresión para la estimación de peso fresco y seco de ramas de durazno (*Prunas persica*). Revista chupingo. Serie horticultura. V4, No. 2. México. P. 120-135.
- GARCÍA, F. J.** 2003. Biología y botánica, latencia en yemas y semillas. (en línea) Universidad Politécnica de Valencia. Valencia España. Disponible en <http://www.euita.upv.es/varios/biologia/programa.htm>
- GUEVARA, E.**1998. Manual de laboratorio de fisiología vegetal. San José, Costa Rica. p 23.

- LÓPEZ, S. M.** 1997. Caracterización y evaluación preliminar de 33 cultivares de maíz (*Zea mays* L.) recolectadas en diferentes zonas de Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Trabajo de tesis. 36 p.
- MORAN E. J. Y M. A. PEREZARDON,** 2000. Efectos de diferentes arreglos topológicos de maíz (*Zea mays* L.) y frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos. Universidad Nacional Agraria. Trabajo de Tesis. 45 p.
- ORTEGA S. C. A.** 2006. Efecto de dos arreglos de siembra y cuatro niveles de lombrihumus sobre el crecimiento del cedro rosado de la india (*Acrocarpus fraxinifolius*) en una plantación de dos años. Comarca Las Mercedes, Boaco. Universidad Nacional Agraria. Trabajo de Tesis. 48 p.
- PERDOMO, A. J.** 2000. Recomendaciones técnicas acerca del uso del humus de lombriz en los cultivos de ciclo corto: maíz, sorgo y hortalizas. Ed Pueblo y educación. La Habana Cuba. 180 p.
- ROBLES, S. R.** 1990. Producción de granos y forraje. 5<sup>a</sup> edición. Ed Limusa. México. 600 p.
- RODRÍGUEZ, B.** 2000. Gramíneas características y claves. Chapingo, México. p. 12.
- RODRÍGUEZ P. N. Y W. G. SALAZAR.** 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.
- SÁNCHEZ J. J. Y J. A. RUÍZ C.** 1995. Distribución del teocintle en México. MEMORIA DEL FORO Flujo entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgénico. p. 20-42.

**SANDOVAL A.** 1999. CESAF proveedor de semillas de calidad conocida. (en línea)  
Centro productor de semillas de árboles forestales. Santiago, Chile. Disponible en  
<http://www.cesaf.uchile.cl/cesaf/n10/2.html>

**WHYTE R. O. MOIR T. R Y J. P. COOPER,** 1959. Las gramíneas en la agricultura.  
Roma, Italia. p. 277-278.

**WILKES H. G.** 1996. El teocintle en México: panorama retrospectivo y análisis personal.  
MEMORIA DEL FORO, Flujo entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle:  
implicaciones en el maíz transgénico. p. 11 -19.

## **ANEXOS**

**Cuadro 1A.** Comportamiento de las variables a los 15 días después de la siembra (dds) REGEN 2007.

Variables	Arena + Tierra		Lombrihumus	
	1991-1992	2005-2006	1991-1992	2005-2006
Altura de planta (cm)	8.50	7.20	6.70	7.10
Número de hojas	3.00	4.00	5.50	5.50
Longitud de hoja (cm)	32.00	24.20	24.40	24.50
Ancho de hoja (cm)	1.10	1.10	1.00	1.10
Número de hijos por planta	0.00	0.00	0.00	0.00
Diámetro mayor (cm)	2.50	3.00	3.50	4.50
Diámetro menor (cm)	2.50	3.00	3.50	4.50
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	26.40	19.90	18.30	20.20
Peso húmedo de planta (g)	1.04	1.13	1.29	1.88
Peso seco de planta (g)	0.16	0.18	0.20	0.24
Longitud de raíz (cm)	21.00	18.00	17.10	17.00
Número de raíz	9.00	8.50	7.50	7.50
Peso húmedo de raíz (g)	0.20	0.25	0.44	0.53
Peso seco de raíz (g)	0.08	0.07	0.10	0.08

**Cuadro 2<sup>a</sup>.** Comportamiento de todas las variables a los 30 días después de la siembra (dds) REGEN 2007.

Variables	Arena + Tierra		Lombrihumus	
	1991-1992	2005-2006	1991-1992	2005-2006
Altura de planta (cm)	10.50	11.00	22.00	14.70
Número de hojas	4.00	4.50	5.50	5.50
Longitud de hoja (cm)	30.02	31.70	58.50	45.20
Ancho de hoja (cm)	1.20	1.10	3.30	3.00
Número de hijos por planta	0.00	0.00	1.50	2.00
Diámetro mayor (cm)	3.00	3.00	11.20	11.00
Diámetro menor (cm)	3.00	3.00	3.00	11.00
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	27.10	26.10	144.70	101.70
Peso húmedo de planta (g)	1.85	2.26	22.02	16.31
Peso seco de planta (g)	0.36	0.35	2.29	1.69
Longitud de raíz (cm)	17.00	34.00	40.70	40.00
Número de raíz	9.00	6.00	12.00	11.50
Peso húmedo de raíz (g)	0.38	0.42	1.55	1.07
Peso seco de raíz (g)	0.11	0.16	0.22	0.15



**Cuadro 3<sup>a</sup>.** Comportamiento de todas las variables a los 45 días después de la siembra (dds)  
REGEN 2007.

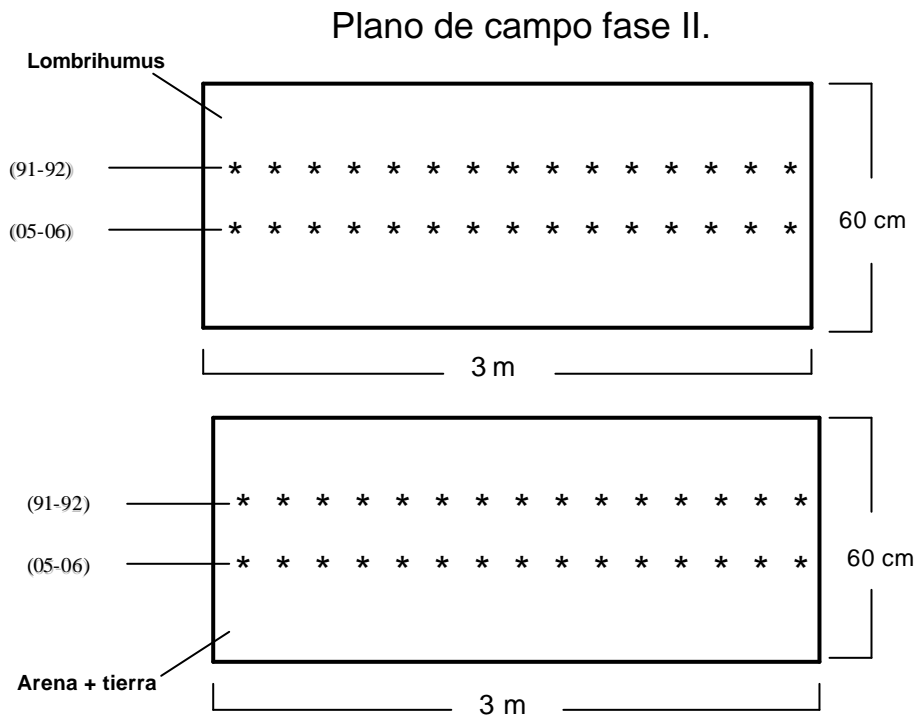
Variables	Arena + Tierra		Lombrihumus	
	1991-1992	2005-2006	1991-1992	2005-2006
Altura de planta (cm)	13.50	14.60	28.00	28.00
Número de hojas	4.33	5.00	5.50	6.33
Longitud de hoja (cm)	34.00	46.00	73.00	76.80
Ancho de hoja (cm)	1.40	1.90	3.50	3.90
Número de hijos por planta	0.00	0.00	1.50	2.67
Diámetro mayor (cm)	4.50	6.50	11.50	14.33
Diámetro menor (cm)	3.00	3.00	7.00	8.50
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	35.70	65.50	191.60	224.60
Peso húmedo de planta (g)	5.20	10.33	55.00	96.00
Peso seco de planta (g)	0.44	0.82	9.00	10.00
Longitud de raíz (cm)	25.00	30.00	48.70	48.00
Número de raíz	7.00	9.67	11.50	15.33
Peso húmedo de raíz (g)	0.42	0.50	2.75	4.39
Peso seco de raíz (g)	0.09	0.09	0.29	0.49

**Cuadro 4<sup>a</sup>.** Comportamiento de todas las variables a los 60 días después de la siembra (dds)  
REGEN 2007.

Variables	Arena + Tierra		Lombrihumus	
	1991-1992	2005-2006	1991-1992	2005-2006
Altura de planta (cm)	17.10	22.00	41.00	39.80
Número de hojas	5.33	7.00	9.00	9.25
Longitud de hoja (cm)	46.68	71.00	104.40	96.50
Ancho de hoja (cm)	1.80	3.50	4.50	4.70
Número de hijos por planta	0.00	0.00	2.00	1.75
Diámetro mayor (cm)	7.33	11.33	18.67	21.00
Diámetro menor (cm)	5.00	8.00	15.33	14.00
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	63.10	183.30	352.30	340.10
Peso húmedo de planta (g)	18.00	7.67	185.00	153.25
Peso seco de planta (g)	3.67	7.67	46.33	32.25
Longitud de raíz (cm)	21.00	32.00	50.30	50.00
Número de raíz	11.00	13.67	31.67	23.00
Peso húmedo de raíz (g)	0.27	1.13	10.83	7.85
Peso seco de raíz (g)	0.10	0.38	2.30	1.60

**Cuadro 5A.** Comportamiento de todas las variables a los 75 días después de la siembra (dds)  
 REGEN 2007.

Variables	Arena + Tierra		Lombrihumus	
	1991-1992	2005-2006	1991-1992	2005-2006
Altura de planta (cm)	24.00	36.30	53.00	66.60
Número de hojas	6.00	8.67	10.00	9.33
Longitud de hoja (cm)	76.60	66.80	95.60	109.00
Ancho de hoja (cm)	2.80	4.10	4.60	5.50
Número de hijos por planta	0.00	0.00	1.67	3.33
Diámetro mayor (cm)	5.00	13.00	17.67	18.67
Diámetro menor (cm)	4.67	9.33	13.33	15.33
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	160.80	205.40	329.80	449.60
Peso húmedo de planta (g)	24.73	64.67	162.67	478.67
Peso seco de planta (g)	3.59	13.71	53.27	229.77
Longitud de raíz (cm)	34.00	38.00	48.00	64.00
Número de raíz	10.67	13.67	24.00	38.00
Peso húmedo de raíz (g)	0.60	1.60	6.70	17.99
Peso seco de raíz (g)	0.24	0.57	2.63	7.66



**Figural A.** Plano de campo evaluación del sistema radicular