

**Efecto de cuatro enraizantes comerciales en  
plántulas del Piñón (*Jatropha curcas* L.) bajo  
condiciones naturales y de invernadero**

**Jorge Luis Tuchán Ramos**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2009

ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Efecto de cuatro enraizantes comerciales en  
plántulas del Piñón (*Jatropha curcas* L.) bajo  
condiciones naturales y de invernadero**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Jorge Luis Tuchán Ramos**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2009

# **Efecto de cuatro enraizantes comerciales en plántulas del Piñón (*Jatropha curcas* L.) bajo condiciones naturales y de invernadero**

Presentado por:

Jorge Luis Tuchán Ramos

Aprobado:

---

Nils Berger, Ph.D.  
Asesor principal

---

Miguel Vélez, Ph.D.  
Director Carrera de Ciencia y  
Producción Agropecuaria

---

Josué Nahún Leiva, Ing. Agr.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

Abelino Pitty, Ph.D.  
Coordinador del área de fitotecnia

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## RESUMEN

Tuchan Ramos, J.L. 2009. Efecto de cuatro enraizantes comerciales en plántulas del Piñón (*Jatropha curcas* L.) bajo condiciones naturales y de invernadero. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 14 p.

Se evaluó el efecto de cuatro enraizantes comerciales, Proroot<sup>®</sup>, Raiz Plant<sup>®</sup>, Razormin<sup>®</sup>, y Root Plus<sup>®</sup> en plántulas del Piñón al momento del trasplante bajo condiciones de campo abierto, y de invernadero. Los enraizantes se aplicaron a razón de 50 mL/planta con las concentraciones recomendadas por el fabricante para evaluar el efecto sobre las raíces y la parte aérea de las plantas. Durante 45 días después de la aplicación se midieron las variables altura de la planta, número de hojas, diámetro de tallos, peso seco y húmedo de raíces, tallos y hojas. También se midió el volumen, área superficial y el largo de las raíces con un escáner y el programa WinRhizo<sup>®</sup>. Se contó con 20 unidades experimentales y cinco plantas por unidad experimental dando un total de 100 plantas. Ninguno de los enraizantes tuvo un efecto en el largo, volumen ni área superficial de las raíces, en cuanto a peso seco y húmedo, altura de plantas, número de hojas, y diámetro de tallos. Raiz Plant<sup>®</sup> obtuvo los mejores resultados, seguido de Razormin<sup>®</sup>. El enraizante con menor efecto sobre el desarrollo de las plántulas fue Proroot<sup>®</sup>.

**Palabras clave:** Biomasa, condiciones naturales, invernaderos, producción.

**CONTENIDO**

Portadilla.....	ii
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
4. CONCLUSIONES.....	10
5. RECOMENDACIONES.....	11
6. LITERATURA CITADA.....	12
7. ANEXOS.....	14

## ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

### Cuadro

1. Composición de los enraizantes.....	3
2. Dosis de los tratamientos. ....	3
3. Altura de plantas (cm) en invernaderos y campo abierto. ....	5
4. Número de hojas por planta en invernaderos y en campo abierto. ....	6
5. Diámetro de tallos (mm) en invernaderos y campo abierto. ....	7
6. Comparación de los análisis de raíces en invernaderos y campo abierto, EAP, Honduras. ....	7
7. Pesos húmedos de raíz, tallo y hojas de plántulas de <i>J. curcas</i> en invernaderos y a campo abierto. ....	8
8. Pesos secos de raíz, tallo y hojas en invernadero y campo abierto. ....	9

### Anexo

1. Análisis del sustrato arena:suelo (2:1).....	14
---	----

## 1. INTRODUCCIÓN

*Jatropha curcas* L. comúnmente llamado Piñón es una oleaginosa originaria de México y Centroamérica, pero crece en la mayoría de los países tropicales. Su tiempo de vida es de 50 años aproximadamente, y es tolerante a sequías por lo que es cultivado en regiones tropicales semiáridas como barrera viva. Es poco atractiva para los animales terrestres porque la planta y las semillas son tóxicas para los humanos y animales domésticos (Henning 2000).

Es un arbusto que crece hasta 5 m de altura con una corteza blanca grisácea y exuda un látex translúcido. Normalmente se forman cinco raíces, una central y cuatro periféricas. En un buen sustrato *J. curcas* tarda aproximadamente 15 días en germinar y de manera epigea (Cultivos energéticos 2007).

Por sus diferentes usos, el piñón es un cultivo de alta importancia: es usado para la reforestación, como medicina, para la industria (aceite, combustible, lacas y pinturas) y de uso doméstico. Su uso como combustible ha predominado ya que sustituye el diesel y kerosene, como sucedió en África durante la segunda guerra mundial, y es objeto de estudios recientes (Bartoli 2008). El biocombustible proveniente de la *J. curcas* puede producirse localmente para ser consumido por pequeños productores, comunidades, empresas, como combustible para tractores, maquinaria agrícola y generación de energía eléctrica (De la Vega Lozano 2006).

La propagación del piñón se hace por semillas, plántulas, y esquejes. La siembra en germinadores da un crecimiento más lento comparado con la siembra por estacas, pero asegura un buen desarrollo radicular y buen desenvolvimiento de la planta (Severino *et al.* 2007). La influencia del sistema radicular sobre el crecimiento de la planta es obviada por los investigadores por la complejidad que tiene un estudio del sistema radicular. La formación del sistema radicular es influenciada normalmente por el método de propagación. Al reproducir piñón por medio de semillas, las plantas germinan relativamente rápido (15 días) y al trasplantarlas hay que tener los cuidados debidos para reducir el estrés en las plantas ayudándolas por medio de enraizadores para obtener un desarrollo radicular adecuado. (Severino *et al.* 2007).

De acuerdo a Marschner (1990), el desarrollo de las raíces está caracterizado por una alta adaptabilidad y envuelve una alta complejidad de interacciones entre las raíces, los brotes y su medio ambiente. Su desarrollo está influenciado por acción hormonal siendo las auxinas (AIA) grandes promotoras que causan un crecimiento adecuado de los ejes principales de las raíces. El nitrógeno y el fósforo son igualmente esenciales para el crecimiento adecuado de las raíces.

Estudios hechos por Severino *et al.* (2007), comprueban que en plántulas de *J. curcas* las raíces primarias tienen la capacidad de crecer profundamente y las secundarias no se desarrollan abundantes, fuertes ni extensas.

El objetivo del estudio fue la evaluar cuatro productos comerciales promotores del crecimiento radicular en plántulas de *Jatropha curcas* L. Se utilizaron los productos Root Plus<sup>®</sup>, Raiz Plant<sup>®</sup>, Proroot<sup>®</sup> y Razormin<sup>®</sup> en condiciones de invernadero y condiciones naturales, y se determinó el establecimiento de la planta y el desarrollo radicular.



## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, kilómetro 30 carretera Tegucigalpa-Danlí, San Antonio de Oriente, Departamento Francisco Morazán, Honduras, en el área de viveros de frutales y en el invernadero “E” en la zona de producción de Olericultura.

### 2.2 PRUEBA DE ENRAIZANTES

Se sembraron semillas de Piñón de la variedad Cabo Verde en bandejas plásticas en un sustrato de arena:suelo (2:1). A los 15 días de germinadas las plántulas, al emerger la primera hoja verdadera, se trasladaron a bolsas plásticas de 10 × 15 cm. y al trasladarlas se aplicaron los enraizadores comerciales Razormin<sup>®1</sup>, Raiz Plant<sup>®2</sup>, Proroot<sup>®3</sup> y Root Plus<sup>®4</sup> (Cuadro 1) a una dosis de 50 mL/planta (Cuadro 2).

**Cuadro 1.** Composición de los enraizantes.

Tratamiento	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Fitohormonas (ppm)	Fe (%)	Mg (%)	Mn (%)	B (%)	Zn (%)	Cu (%)	Mo (%)	AA's (%)	M.O (%)
Razormin	4.0	4.0	3.0	0.0	0.4	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.01	7.0	25.0
Raiz Plant	4.8	22.0	15.5	500 <sup>§</sup>	0.0	0.3	0.0	150	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Proroot	11.0	12.0	6.0	AIB 200	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Root Plus	6.0	55.0	6.0	ANA 2800	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0

<sup>§</sup>Componentes no especificados por el fabricante

**Cuadro 2.** Dosis de los tratamientos.

Tratamiento	
Razormin	2.0 L/ha
Raiz Plant	0.3 L/ha
Root Plus	2.0 L/ha
Proroot	100 gr/ha
Testigo (H <sub>2</sub> O)	0

<sup>1</sup> Fabricado por Atlántica Agrícola. Carretera al Polvorín, San Pedro Sula, Honduras, C.A.

<sup>2</sup> Fabricado por El Surco S.A. de C.V. El Salvador, C.A.

<sup>3</sup> Fabricado por Farmacia de Agroquímicos de México, S.A. de C.V. Coahuila, México.

<sup>4</sup> Fabricado por El Surco S.A. de C.V. El Salvador, C.A.

Durante 45 días de desarrollo después del trasplante se midieron las siguientes variables:

- Altura desde el suelo hasta el punto de crecimiento a los 7, 14, 21 y 28 días con una regla graduada de 30 cm.
- Número de hojas: Se contaron desde hojas mayores a 1.5 cm de ancho.
- Diámetro de tallos: Se midió a los 7,14, 21 y 28 días con un Pie de Rey a una altura de 5cm de la base del tallo.
- Área, volumen y longitud de las raíces: Las raíces fueron cortadas del tallo a la altura del suelo y lavadas en un balde con agua corriente para remover el suelo e impurezas. Los restos de suelo que quedaban en el balde se pasaron por un tamiz fino para recuperar las raíces que se desprendieron. Las raíces lavadas se almacenaron y se almacenaron en frascos con alcohol al 25% hasta la medición de su área y volumen con un escáner (EPSON 5490) y el programa WinRhizo<sup>®</sup> 1997-2008.
- Pesos secos y húmedos raíces de tallos y hojas por separado: Se separaron las hojas, tallos y raíces e inmediatamente después se pesaron en una balanza electrónica (SARTORIUS 1000 g). Luego las muestras se secaron en un horno a 63°C por cinco días y se volvieron a pesar con la misma balanza.

### **2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se tuvo cinco tratamientos con cuatro repeticiones cada una y cinco plantas por unidad experimental para un total de 100 plantas. Las plantas fueron organizadas en Bloques Completos al Azar (BCA) y replicados dos veces: una bajo condiciones naturales a cielo abierto en el vivero de frutales, y otra bajo condiciones protegidas en el invernadero “E” de la Zona 3 en Olericultura.

Los datos fueron analizados con el programa estadístico Statistical Analysis System 9.1 (SAS 2007<sup>©</sup>). El análisis de varianza (ANDEVA) fue utilizado para analizar los datos y la separación de medias con la prueba TUKEY ( $P < 0.05$ ).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 ALTURA DE PLANTA

En invernaderos al día 7 los productos Razormin<sup>®</sup>, Raiz Plant<sup>®</sup>, Root Plus<sup>®</sup> y el Testigo se comportaron de manera similar, pero difirieron ( $P<0.05$ ) del enraizante Proroot<sup>®</sup> que fue el que menos efecto tuvo en la altura de las plantas (Cuadro 3). En los días 14 y 21 después de la aplicación de los enraizantes no hubo diferencias entre ellos.

En el día 28 Raiz Plant<sup>®</sup> mostró el mejor desarrollo en altura siendo éste diferente a Proroot<sup>®</sup> ( $P<0.05$ ) pero similar a Razormin<sup>®</sup>, Root Plus<sup>®</sup> y el testigo. Proroot<sup>®</sup> tuvo el menor efecto en altura.

En campo abierto no hubo ninguna diferencia ( $P>0.05$ ) entre los enraizantes en ninguno de los periodos de toma de datos.

**Cuadro 3.** Altura de plantas (cm) en invernaderos y campo abierto.\*

Tratamiento	Invernaderos				Campo Abierto			
	7 d	14 d	21 d	28 d	7 d	14 d	21 d	28 d
Razormin	10.8 <sup>a</sup>	11.2 <sup>a</sup>	11.4 <sup>a</sup>	13.5 <sup>ab</sup>	10.6 <sup>a</sup>	11.7 <sup>a</sup>	13.2 <sup>a</sup>	14.2 <sup>a</sup>
Proroot	8.6 <sup>b</sup>	10.1 <sup>a</sup>	10.8 <sup>a</sup>	11.8 <sup>b</sup>	10.2 <sup>a</sup>	11.4 <sup>a</sup>	12.5 <sup>a</sup>	13.3 <sup>a</sup>
Raiz Plant	10.7 <sup>a</sup>	11.3 <sup>a</sup>	12.3 <sup>a</sup>	14.0 <sup>a</sup>	10.8 <sup>a</sup>	12.0 <sup>a</sup>	13.3 <sup>a</sup>	14.0 <sup>a</sup>
Root Plus	10.5 <sup>a</sup>	10.7 <sup>a</sup>	11.6 <sup>a</sup>	13.0 <sup>ab</sup>	10.5 <sup>a</sup>	11.4 <sup>a</sup>	12.4 <sup>a</sup>	13.1 <sup>a</sup>
Testigo	10.3 <sup>a</sup>	10.6 <sup>a</sup>	11.6 <sup>a</sup>	13.0 <sup>ab</sup>	10.5 <sup>a</sup>	11.7 <sup>a</sup>	12.9 <sup>a</sup>	13.8 <sup>a</sup>
Probabilidad	0.0033	0.4043	0.3806	0.0318	0.8870	0.8208	0.5962	0.4354

\*Medias en la misma columna con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ).

El Proroot<sup>®</sup> demostró los efectos más bajos, esto se debe posiblemente a que la concentración de fitohormonas, en este caso el IBA, es muy baja (Cuadro 1). Según Cerveny y Gibson (2005), las concentraciones adecuadas de los productos hormonales son de 500 a 1000 ppm en especies herbáceas, y de 1000 a 3000 en especies leñosas mientras que el Proroot<sup>®</sup> tiene de 200 ppm de IBA.

### 3.2 NÚMERO DE HOJAS

A los 7 y 14 días en invernadero no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. A los 21 días Raiz Plant<sup>®</sup> fue el mejor enraizante en cuanto al número de hojas, similar a los demás tratamientos a excepción del Proroot<sup>®</sup> que tuvo un menor efecto ( $P < 0.05$ ). A los 28 días no se observó ninguna diferencia entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ) (Cuadro 4).

En el ensayo de campo abierto a los 7 días no hubo diferencia ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos. A los 14 y 21 días el tratamiento Razormin<sup>®</sup> fue similar a Raiz Plant<sup>®</sup> y el testigo ( $P > 0.05$ ), y diferente a Proroot<sup>®</sup> y Root Plus<sup>®</sup> ( $P < 0.05$ ), los cuales fueron los tratamientos con las medias más bajas. A los 28 días Razormin<sup>®</sup> fue similar a Raiz Plant<sup>®</sup>, Root Plus<sup>®</sup> y el Testigo y diferente a Proroot<sup>®</sup> el que menor efecto causó en número de hojas ( $P < 0.05$ ).

**Cuadro 4.** Número de hojas por planta en invernaderos y en campo abierto.\*

Tratamiento	Invernaderos				Campo Abierto			
	7 d	14 d	21 d	28 d	7 d	14 d	21 d	28 d
Razormin	1.3 <sup>a</sup>	1.8 <sup>a</sup>	2.9 <sup>ab</sup>	3.6 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>	2.5 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>	3.20 <sup>a</sup>
Proroot	1.4 <sup>a</sup>	1.9 <sup>a</sup>	2.5 <sup>b</sup>	3.5 <sup>a</sup>	1.4 <sup>a</sup>	1.9 <sup>b</sup>	2.1 <sup>b</sup>	2.20 <sup>b</sup>
Raiz Plant	1.3 <sup>a</sup>	1.9 <sup>a</sup>	3.5 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup>	1.3 <sup>a</sup>	2.1 <sup>ab</sup>	2.6 <sup>ab</sup>	2.7 <sup>ab</sup>
Root Plus	1.8 <sup>a</sup>	1.9 <sup>a</sup>	3.1 <sup>ab</sup>	3.9 <sup>a</sup>	1.1 <sup>a</sup>	1.9 <sup>b</sup>	2.2 <sup>b</sup>	2.6 <sup>ab</sup>
Testigo	1.5 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>	2.9 <sup>ab</sup>	3.9 <sup>a</sup>	1.1 <sup>a</sup>	2.0 <sup>ab</sup>	2.7 <sup>ab</sup>	2.8 <sup>ab</sup>
Probabilidad	0.2168	0.8539	0.0725	0.1797	0.1233	0.0075	0.0039	0.0207

\*Medias en la misma columna con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

Según Cerveny y Gibson (2005), las auxinas actúan directamente en el desarrollo de brotes y hojas de la planta, y la menor concentración de hormonas en Proroot<sup>®</sup> hizo que su efecto fuera menor.

### 3.3 DIÁMETRO DE TALLOS

A los 7, 14 y 21 días no hubo diferencia ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos tanto en invernaderos como en campo abierto. A los 28 días Razormin<sup>®</sup> fue similar a Raiz Plant<sup>®</sup>, Root Plus<sup>®</sup> y el testigo, y diferente a Proroot<sup>®</sup> el cual tuvo un menor efecto en esta variable. En campo abierto a los 28 días no se vio una diferencia ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Diámetro de tallos (mm) en invernaderos y campo abierto.\*

Tratamiento	Invernaderos				Campo Abierto			
	7 d	14 d	21 d	28 d	7 d	14 d	21 d	28 d
Razormin	6.1 <sup>a</sup>	6.6 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>	7.8 <sup>a</sup>	5.5 <sup>a</sup>	5.7 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	7.9 <sup>a</sup>
Proroot	5.8 <sup>a</sup>	6.2 <sup>a</sup>	6.6 <sup>a</sup>	7.0 <sup>b</sup>	6.0 <sup>a</sup>	5.7 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>
Raiz Plant	5.9 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	6.8 <sup>a</sup>	7.5 <sup>ab</sup>	5.7 <sup>a</sup>	5.6 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	7.9 <sup>a</sup>
Root Plus	6.2 <sup>a</sup>	6.5 <sup>a</sup>	7.1 <sup>a</sup>	7.7 <sup>ab</sup>	5.9 <sup>a</sup>	5.9 <sup>a</sup>	6.6 <sup>a</sup>	7.9 <sup>a</sup>
Testigo	6.3 <sup>a</sup>	6.7 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>	7.5 <sup>ab</sup>	5.9 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	7.8 <sup>a</sup>
Probabilidad	0.29	0.25	0.37	0.16	0.17	0.26	0.13	0.03

\*Medias en la misma columna con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ).

### 3.4 ANÁLISIS DE RAÍCES

Los enraizantes evaluados no tuvieron ningún efecto ( $P>0.05$ ) en el largo, área superficial, y volumen de las raíces tanto en invernadero como en campo abierto (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Comparación de los análisis de raíces en invernaderos y campo abierto, EAP, Honduras.\*

Tratamiento	Invernaderos			Campo Abierto		
	Largo (cm)	Área superficial (cm <sup>2</sup> )	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Largo (cm)	Área superficial (cm <sup>2</sup> )	Volumen (cm <sup>3</sup> )
Razormin	870.4	559.8	29.1	373.9	150.6	4.9
Proroot	863.6	526.9	26.5	367.5	143.8	4.6
Raiz Plant	815.2	504.8	25.9	351.5	141.8	4.5
Root Plus	811.8	493.2	25.9	350.5	137.9	4.3
Testigo	767.9	480.8	22.8	325.0	130.9	4.2
Probabilidad	0.2973	0.5245	0.7921	0.7791	0.7371	0.7380

\* No significancia entre los resultados de la columna.

El largo, área superficial y volumen de raíces de las plántulas en invernaderos fueron superiores que en campo abierto.

### 3.5 PESO SECO Y HÚMEDO

#### 3.5.1 Peso Húmedo

En el peso húmedo de las raíces en invernadero no hubo ninguna diferencia ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos. En el ensayo de campo abierto Root Plus<sup>®</sup> presentó el menor peso húmedo de raíces, siendo diferente ( $P<0.05$ ) de Razormin<sup>®</sup> y Raiz Plant<sup>®</sup> e igual a Proroot<sup>®</sup> y el testigo (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Pesos húmedos (g) de raíz, tallo y hojas de plántulas de *Jatropha curcas* en invernaderos y a campo abierto.\*

Tratamiento	Invernaderos			Campo Abierto		
	Raíz	Tallo	Hojas	Raíz	Tallo	Hojas
Razormin	7.5	8.8 <sup>a</sup>	6.7 <sup>ab</sup>	3.1 <sup>a</sup>	7.2	4.8
Proroot	6.5	6.2 <sup>b</sup>	5.2 <sup>b</sup>	2.8 <sup>ab</sup>	6.9	3.6
Raiz Plant	8.0	9.6 <sup>a</sup>	8.1 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>	7.2	5.0
Root Plus	8.4	8.9 <sup>a</sup>	6.5 <sup>ab</sup>	2.3 <sup>b</sup>	5.8	3.3
Testigo	7.3	8.3 <sup>ab</sup>	6.4 <sup>ab</sup>	2.6 <sup>ab</sup>	6.3	3.2
Probabilidad	0.1378	0.0025	0.0018	0.0058	0.1751	0.0155

\*Medias en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales ( $P>0.05$ ).

En campo abierto, ninguno de los productos evaluados tuvo un efecto sobre el peso húmedo de los tallos ( $P>0.05$ ). En invernaderos Razormin<sup>®</sup>, Raiz Plant<sup>®</sup> y Root Plus<sup>®</sup> y el testigo tuvieron un efecto similar y Proroot<sup>®</sup> tuvo un efecto menor que Razormin<sup>®</sup>, Raiz Plant<sup>®</sup> y Root Plus<sup>®</sup>, pero similar al testigo.

En campo abierto el peso húmedo de las hojas no se vió alterado por los productos. En invernaderos el enraizante Raiz Plant<sup>®</sup> fue similar a Razormin<sup>®</sup>, Root Plus<sup>®</sup> y al testigo. Proroot<sup>®</sup> tuvo el menor efecto en el peso húmedo de hojas ( $P<0.05$ ) que Raiz Plant<sup>®</sup>, más fue igual a los demás tratamientos.

La diferencia en los resultados se debe probablemente a que Raiz Plant<sup>®</sup> y Razormin<sup>®</sup> están formulados con macro y micro elementos con un alto contenido de materia orgánica, aminoácidos, fitohormonas y polisacáridos los cuales ayudaron a un mejor desarrollo en el peso de las raíces (Atlántica Agrícola 2009).

### 3.5.2 Peso Seco

El peso seco de las raíces en el ensayo de invernaderos fue similar en todos los tratamientos ( $P>0.05$ ). En campo abierto Raiz Plant<sup>®</sup> fue similar a Razormin<sup>®</sup>, Proroot<sup>®</sup> y el testigo. Root Plus<sup>®</sup> fue el que menor peso tuvo diferente de Raiz Plant<sup>®</sup> ( $P<0.05$ ) (Cuadro 8).

El peso seco de tallos de las plantas tratadas con Proroot<sup>®</sup> fue menor que el de las tratadas con Root Plus<sup>®</sup>, Razormin<sup>®</sup>, Raiz Plant<sup>®</sup> y el testigo ( $P<0.05$ ) en invernaderos. En campo abierto en el peso seco de los tallos, Razormin<sup>®</sup> tuvo un efecto similar a Raiz Plant<sup>®</sup> ( $P>0.05$ ) pero fue mayor a los demás tratamientos ( $P<0.05$ ) que fueron similares entre sí y con Raiz Plant<sup>®</sup> ( $P>0.05$ ). En invernaderos Razormin<sup>®</sup>, Raiz Plant<sup>®</sup>, Root Plus<sup>®</sup> y el testigo tuvieron un efecto similar ( $P>0.05$ ). Proroot<sup>®</sup> tuvo un efecto menor que Razormin<sup>®</sup> y Root Plus<sup>®</sup> pero igual que Raiz Plant<sup>®</sup> y el testigo.

**Cuadro 8.** Pesos secos (g) de raíz, tallo y hojas en invernadero y campo abierto.\*

Tratamiento	Invernaderos			Campo Abierto		
	Raíz	Tallo	Hojas	Raíz	Tallo	Hojas
Razormin	0.6 <sup>a</sup>	1.4 <sup>a</sup>	1.1 <sup>ab</sup>	0.4 <sup>ab</sup>	1.4 <sup>a</sup>	0.9 <sup>a</sup>
Proroot	0.5 <sup>a</sup>	0.9 <sup>b</sup>	0.8 <sup>b</sup>	0.3 <sup>ab</sup>	1.0 <sup>b</sup>	0.6 <sup>b</sup>
Raiz Plant	0.6 <sup>a</sup>	1.3 <sup>ab</sup>	1.2 <sup>a</sup>	0.4 <sup>a</sup>	1.2 <sup>ab</sup>	0.9 <sup>a</sup>
Root Plus	0.6 <sup>a</sup>	1.4 <sup>a</sup>	1.0 <sup>ab</sup>	0.3 <sup>b</sup>	0.9 <sup>b</sup>	0.6 <sup>b</sup>
Testigo	0.5 <sup>a</sup>	1.3 <sup>ab</sup>	1.1 <sup>a</sup>	0.3 <sup>ab</sup>	1.0 <sup>b</sup>	0.6 <sup>b</sup>
Probabilidad	0.1212	0.0142	0.0080	0.0239	0.0047	<0.0001

\*Medias en la misma columna con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ).

En cuanto al peso seco de hojas en campo abierto, el enraizante Raiz Plant<sup>®</sup> y Razormin<sup>®</sup> difirieron en su efecto de los demás tratamientos ( $P<0.05$ ). En invernaderos, el enraizante Raiz Plant<sup>®</sup> y el testigo tuvieron mayor peso de hojas, pero se comportaron de manera similar a Razormin<sup>®</sup> y Root Plus<sup>®</sup>. El tratamiento Proroot<sup>®</sup> fue el que menor media tuvo de todos los tratamientos ( $P<0.05$ ).

Se puede observar que en invernaderos los pesos de las variables son mayores debido posiblemente a la lignificación de los tejidos por las temperaturas más altas.

## 4. CONCLUSIONES

- Ninguno de los enraizantes provocó una diferencia en largo, volumen y área superficial de raíces en las plántulas de *Jatropha curcas*, la única diferencia marcada que se obtuvo fue un cambio en la biomasa de tallos y hojas, esto obviamente podría implicar un aumento en la producción.
- El enraizante Raiz Plant<sup>®</sup> fue el que repetidas veces obtuvo los mejores resultados en pesos secos y húmedos de raíces. También a los 21 días de monitoreo en invernaderos se observó que al usar este enraizante se obtuvo un mayor número de hojas, y a los 28 días se observó también una mejora en la altura de plantas. También se le puede atribuir un efecto al enraizante Razormin<sup>®</sup>.
- En los datos de largo, volumen y área superficial de raíces se observó que los mayores tamaños se obtuvieron en invernadero, esto debido a que las plantas se regaban diario. En campo abierto en las condiciones de precipitación, la planta no extendió más sus raíces, a comparación de los invernaderos que penetraron más por la disponibilidad de agua.
- El enraizante Proroot<sup>®</sup> presentó en varias ocasiones los datos más bajos y esto debido a que la cantidad de fitohormona presente en su composición, es muy baja para especies leñosas y semi-leñosas, es por esa razón que no tuvo ningún efecto en las plántulas de *Jatropha curcas*.



## **5. RECOMENDACIONES**

- Continuar el estudio hasta finalizar la primera cosecha.
- Evaluar otro tipo de enraizantes en plántulas de *Jatropha curcas*.
- Evaluar enraizantes naturales como las micorrizas.

## 6. LITERATURA CITADA

Alfonso, JA. 2007. Propagación del Piñón. En línea. Consultado el 18 mayo de 2009. Disponible en:

[www.factfoundation.com/media\\_en/Proyecto\\_Gota\\_Verde\\_Propagación\\_de\\_Piñon](http://www.factfoundation.com/media_en/Proyecto_Gota_Verde_Propagación_de_Piñon)

Alfonso, JA. 2008. Manual para el cultivo del Piñón (*Jatropha curcas*) en Honduras. En línea. Consultado el 9 de mayo de 2009. Disponible en:

<http://www.gotaverde.org/userfiles/file/D17c%20Manual%20Cultivo%20Jatropha.pdf>

Atlántica Agrícola. 2009. Descripción de productos bioestimulantes y Aminoácidos. En línea. Consultado el 22 de octubre de 2009. Disponible en:

<http://www.atlanticaagricola.com/main.htm>

Cerveney, C; Gibson, J. 2005. Rooting Hormones: Rooting Hormones are Essential for some crops; find out which ones, which hormones to use and how to use them. 36-44 p.

De La Vega Lozano, JA. 2006. *Jatropha curcas* L. Agro-energía. En línea. Consultado el 23 de octubre de 2009. Disponible en:

<http://www.3wmexico.com/images/JatrophaResumen.pdf>

Henning, RK. 2000. The *Jatropha* Manual: A guide to the integrated exploitation of *Jatropha* plan in Zambia. GTZ-ASIP-Support-Project Southern Province. Alemania. 16 p.

Marschner, H. 1990. Mineral Nutrition of Higher Plants. Institute of Plant Nutrition, University Hohenheim. Alemania. Londres. 674 p.

Figueroa, J. 2008. Cómo funcionan los productos para raíces. En línea. Consultado el 13 de mayo de 2009. Disponible en: <http://www.redagricola.com/content/view/283/29/>

Statistical Analysis System (SAS), 2007. SAS User's Guide: Statistites. SAS Institute Inc.

Severino, L; De Lima, R; De Macedo Beltrao, N. 2007. Avaliação de Mudas de Pinhão Manso em Recipientes de Diferentes Volumes. En línea. Consultado el 13 de mayo de 2009. Disponible en:

[www.repdigital.cnptia.embrapa.br/bitstream/CNPA/19897/1/BOLETIM81.pdf](http://www.repdigital.cnptia.embrapa.br/bitstream/CNPA/19897/1/BOLETIM81.pdf)

Severino, L; De Lima, RL; De Macedo Beltrao, N; Lea, EB. 2007. Formação do Sistema Radicular de Plantas de Pinhão Manso Propagadas por Mudas, Estacas e Sementes. En línea. Consultado el 13 de mayo de 2009. Disponible en: [www.repdigital.cnptia.embrapa.br/bitstream/CNPA/20249/1/COMTEC348.pdf](http://www.repdigital.cnptia.embrapa.br/bitstream/CNPA/20249/1/COMTEC348.pdf)

Torres, A. 2007. Ficha técnica de la *Jatropha curcas*. En línea. Consultado el 10 de octubre de 2009. Disponible en: <http://www.jatrophacurcasweb.com.ar>

## 7. ANEXOS

### Anexo 1. Análisis del sustrato arena:suelo (2:1)

Muestra	pH (H <sub>2</sub> O)	M.O. %	N total %	Nutrientes extraíbles (mg/kg)										
				P	K	Ca	Mg	Na	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
Sustrato arena:suelo (2:1)	6.45	1.09	0.05	10	372	1640	200	195		0.5	147	77	2.3	