

**Efecto del ácido indol-3-butírico (AIB) para  
incrementar la producción de raíces comerciales en yuca  
(*Manihot esculenta*) ‘Valencia’**

**Juan Sebastián Cueva Solís**

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 2007

ZAMORANO  
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Efecto del ácido indol-3-butírico (AIB) para  
incrementar la producción de raíces comerciales en yuca  
(*Manihot esculenta*) ‘Valencia’**

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

Presentado por:

**Juan Sebastián Cueva Solís**

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 2007

El autor concede al Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

Juan Sebastián Cueva Solís

**Zamorano, Honduras**  
**Diciembre, 2007**

**Efecto del ácido 3-indol-butírico (AIB) para incrementar la  
producción de raíces comerciales en yuca  
(*Manihot esculenta*) ‘Valencia’**

Presentada por:

Juan Sebastián Cueva Solís

---

Odilo Duarte Dr. Sci. Agr., M.B.A.  
Asesor Principal

---

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

---

Juan Xavier Elizalde, Ing. Agr.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

Abelino Pitty, Ph.D.  
Coordinador de Fitotecnia

---

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

## **DEDICATORIA**

Dedico todo mi esfuerzo a mi familia, a mis padres en especial, son lo más grande que me ha dado la vida y sin su apoyo mis metas y sueños no se hubieran alcanzado.

A Rosa Aurora Carballo Carias y al resto de la familia Carballo Carias, que fueron apoyo infalible e incondicional durante todos estos años.

## **AGRADECIMIENTOS**

Todo mi agradecimiento a cada una de las personas que hicieron posible mi travesía por la EAP Zamorano.

Agradecimientos especiales para el Ing. Juan Xavier Elizalde, por su apoyo, colaboración y asesoramiento durante el estudio.

A los buenos amigos, panas, ñaños, brothers, primos..... gracias a todos!!!

## RESUMEN

Cueva J. S. 2007. Efecto del ácido indol-3-butírico (AIB), para incrementar la producción de raíces comerciales en yuca (*Manihot esculenta*) 'Valencia'. Proyecto Especial Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 20 p.

Con el objetivo de evaluar la influencia del ácido indol-3-butírico (AIB) (Hormex<sup>®</sup> # 3, Brooker Chemical Corp) en el incremento de la producción y peso de raíces comerciales en estacas de yuca, se analizaron cuatro tratamientos de AIB (0, 500, 1,000 y 1,500 ppm), repartidas al azar en cuatro bloques. Cada tratamiento constó de 40 plantas de yuca, con un total de 160 plantas por bloque. El AIB dosificado se aplicó a la base de la estaca bajo una presentación en talco. Las variables evaluadas fueron el número de raíces comerciales y no comerciales por planta y los pesos totales de las mismas por cada tratamiento de AIB. Los promedios fueron analizados estadísticamente por un Andeva y una prueba de LSD (Least Significant Difference). El porcentaje de raíces comerciales por planta fue de: 16% para el testigo, 15% para 500 ppm, 20% para 1,000 ppm y 15% para 1,500 ppm. El peso promedio de raíces comerciales producidos por planta fue de: 875 g para el testigo, 814 g para 500 ppm, 953 g para 1,000 ppm y 862 g para 1,500 ppm. Los rendimientos obtenidos por tratamiento fueron de 9 t/ha para el testigo, 8 t/ha para 500 ppm, 10 t/ha para 1,000 y 9 t/ha para 1,500 ppm. En la aplicación de ácido indol-3-butírico (AIB) (Hormex<sup>®</sup> # 3, Brooker Chemical Corp) a concentraciones de 500, 1,000 y 1,500 ppm, no se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el número de raíces comerciales y peso de las mismas. La dosis de 1,000 ppm mostró una tendencia a mayores rendimientos bajo las condiciones de Zamorano en cuanto a raíces comerciales, porcentaje de raíces comerciales, peso de raíces comerciales por planta y rendimientos por hectárea. La dosis de 1,500 ppm mostró un mayor número y peso de raíces no comerciales, siendo significativamente diferente de los demás tratamientos ( $P < 0.05$ ). La concentración ideal de AIB no pudo ser determinada bajo las condiciones del ensayo.

Palabras clave: Estacas, raíces

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	viii
Índice de gráficos.....	ix
 <b>INTRODUCCIÓN</b> .....	 1
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	2
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	4
<b>CONCLUSIONES</b> .....	6
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	7
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	8



## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

1.	Número de raíces comerciales por planta de yuca ‘Valencia’ tratada con cuatro dosis de AIB en Zamorano, Honduras, 2007.....	4
2.	Porcentaje de raíces comerciales y no comerciales por planta de yuca ‘Valencia’ tratada con cuatro dosis de AIB en Zamorano, Honduras, 2007.....	4
3.	Peso promedio de raíz comercial y no comercial de yuca ‘Valencia’ tratada con cuatro dosis de AIB en Zamorano, Honduras, 2007.....	5
4.	Peso promedio de raíces comerciales y no comerciales por planta de yuca ‘Valencia’ tratada con cuatro dosis de AIB en Zamorano, Honduras, 2007.....	6
5.	Rendimiento de raíces comerciales de yuca ‘Valencia’ tratada con cuatro dosis de AIB en Zamorano, Honduras, 2007.....	6

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Distribución de tratamientos y bloques..... 2

## INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta*) es un cultivo de gran importancia en muchos países tropicales donde es un alimento barato y muy popular. Es un cultivo apreciado por su fácil y amplia adaptabilidad a diversos ambientes ecológicos, el poco trabajo que requiere, la facilidad con que se cultiva y su gran productividad. Puede prosperar en suelos poco fértiles y en condiciones de poca pluviosidad.

El género *Manihot* sólo se encuentra en las Américas y está distribuido desde el suroeste de Estados Unidos (33°N) hasta Argentina (33°S). La yuca se cultiva en altitudes desde 0 hasta 600 msnm, con temperaturas entre 20-25°C, precipitaciones superiores a 2,000 mm anuales, en suelos de textura franca a franca arenosa, con buen drenaje (Brenes s.f.).

La reproducción asexual se logra empleando partes vegetativas de la planta original. Esto es posible porque cada célula de la planta contiene la información genética necesaria para generar una planta entera (Hartmann y Kester 1997).

En la propagación por estacas sólo es necesario que se forme un nuevo sistema de raíces adventicias, ya que existe un sistema caulinar en potencia, una yema (Hartmann y Kester 1997). Se estima como recomendación general, para la producción de raíces reservantes, utilizar estacas con un tamaño entre 25 y 35 cm, orientadas diagonalmente, a densidades entre 8000 a 10500 plantas por hectárea (Montalvo 1979).

El término hormona empleado correctamente, se aplica exclusivamente a los productos naturales de las plantas; sin embargo, el término regulador no se limita a los compuestos sintéticos, sino que puede incluir también hormonas (Weaver 1976).

Auxina es un término genérico que se aplica al grupo de compuestos caracterizados por su capacidad para inducir la extensión de las células de los brotes y mejorar el enraizamiento de estacas (Weaver 1976). El ácido indol-3-butírico es probablemente el mejor material para el uso general debido a que no es tóxico para las plantas en concentraciones altas y es efectivo para estimular enraizamiento en un gran número de especies (Hartmann y Kester 1997).

El objetivo general de la investigación fue evaluar si la acción del AIB favorece de manera significativa la producción de raíces comerciales y su peso. Específicamente, se buscó determinar la dosis ideal de AIB, con la que se pueda obtener mejores resultados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Valle del Yeguaré, Honduras, entre septiembre de 2006 y agosto de 2007. El lugar está ubicado a 800 msnm, con una precipitación promedio anual de 1,100 mm y una temperatura promedio anual de 25°C.

Los tratamientos fueron los siguientes:

Tratamiento 1: (T.0) = Estacas sin tratamiento (testigo)

Tratamiento 2: (T.05) = Estacas tratadas con AIB a 500 ppm

Tratamiento 3: (T.1) = Estacas tratadas con AIB a 1,000 ppm

Tratamiento 4: (T.15) = Estacas tratadas con AIB a 1,500 ppm

El siguiente esquema muestra los tratamientos distribuidos al azar dentro de cada repetición (Figura 1).

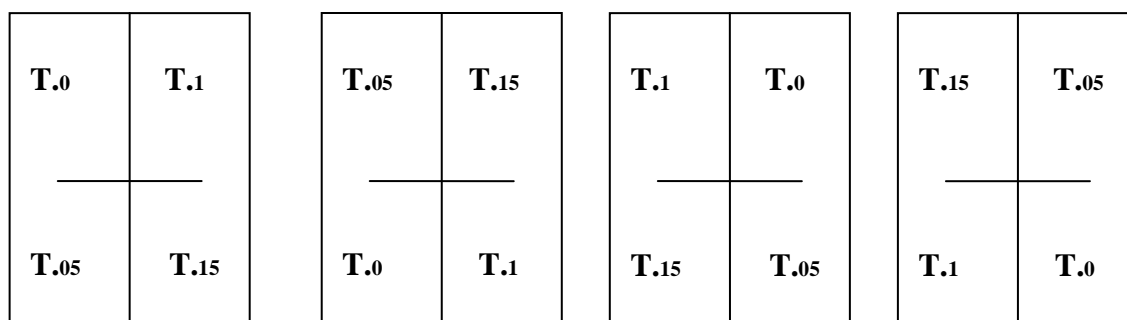


Figura 1. Distribución de los tratamientos en los bloques

Los tratamientos contaron con 40 estacas cada uno, resultando en un total de 160 plantas por bloque y 640 plantas en total. Las estacas de un mismo tratamiento se plantaron a un distanciamiento de 30 cm entre ellas y 1.00 m de separación con la hilera vecina. Además se dejó 1.00 m de distancia entre bloques y de esta forma los tratamientos ocuparon una hilera de 12 m (1 × 12).

El procedimiento comenzó con la preparación del terreno y la obtención de las estacas. La yuca, a pesar de sus grandes cualidades para sobrevivir a condiciones inapropiadas, necesita de suelos sueltos y aun mejor de camas para su siembra, junto con muchas otras prácticas.

Por la falta de disponibilidad de maquinaria agrícola, el suelo para este estudio fue trabajado manualmente a una profundidad de 30 cm y no se levantaron camas. Las prácticas realizadas fueron trabajos de desmalezado y limpieza.

Se usó la variedad 'Valencia' que es la más utilizada por los productores locales y además es muy apetecida por el mercado. De una planta de yuca se puede obtener en

promedio 12 estacas aptas para propagarse. Esto quiere decir que las estacas debieron tener un tamaño apropiado y en este caso el tamaño fue de 25 - 30 cm de largo y más de 3 cm de diámetro medidos con una regla y un pie de rey respectivamente. Además se tomó en cuenta el número de yemas por estaca y el criterio fue de un mínimo de cuatro. Una vez seleccionadas las estacas, se pasó a dosificar correctamente la concentración de ácido indol-3-butírico (AIB). Se utilizó (Hormex<sup>®</sup> # 3, Brooker Chemical Corp) a una concentración de 3000 ppm con presentación en polvo. Para obtener las dosis de 500, 1000 y 1500 ppm se utilizó talco inerte e inodoro. Para aplicar el AIB, el método fue humedecer y direccionar correctamente todas las estacas y colocar sus bases en el polvo conteniendo la auxina que se encontraba en un plato hondo. Después se sacudió las estacas para eliminar el exceso de polvo, asegurándose que todas las bases tuvieran el polvo adherido a ellas.

Tomado en cuenta el anterior esquema de bloques, distribución de tratamientos y distanciamientos, se procedió a plantar las estacas. Una vez con las estacas en campo, se instaló el sistema de riego por goteo, que ya existía en el lote. Establecida la yuca, hubo un período de 10 meses de espera hasta la cosecha, donde los datos fueron recolectados para su análisis y discusión.

Las variables medidas fueron: número total de raíces por planta; al momento de la cosecha se contó todas las raíces comerciales y no comerciales que salían desde la estaca plantada. La segunda variable medida fue el peso de las raíces comerciales; los criterios de inclusión para raíces comerciales fueron largo y diámetro de la raíz, mínimo 15 y 4 cm, respectivamente, medidos con regla y pie de rey.

Los promedios fueron analizados estadísticamente con un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) y se sometieron a un análisis Andeva con separación de medias evaluada por Least Significant Difference (LSD).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto del AIB fue mayor en el tratamiento de 1,000 ppm, obteniendo más raíces comerciales por planta que el resto. A pesar de esto, estadísticamente esta superioridad no fue significativa ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Número de raíces comerciales por planta de yuca “Valencia” tratada con cuatro dosis de AIB en Zamorano, Honduras, 2007.

Dosis de AIB (ppm)	No. de raíces comerciales/planta <sup>ns</sup>
0	2,1
500	2,3
1,000	2,8
1,500	2,3

ns = diferencia no significativa

Se observaron los mismos resultados del efecto del AIB en el porcentaje de raíces comerciales. El tratamiento con 1,000 ppm de AIB dio una mayor producción de raíces comerciales y menor de raíces no comerciales. Una vez más, esta superioridad no fue estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 2). La dosis de 1,500 ppm obtuvo menores resultados que el testigo, lo que confirma que dosis muy altas pueden ser tóxicas como lo menciona Montalvo (1974).

**Cuadro 2.** Porcentaje de raíces comerciales y no comerciales por planta de yuca “Valencia” tratada con cuatro dosis de AIB en Zamorano, Honduras, 2007.

Dosis de AIB (ppm)	Raíces/planta <sup>ns</sup>	
	Comercial	No comercial
0	15,6	84,4
500	16,1	83,9
1,000	20,1	80,0
1,500	15,1	85,0

ns = diferencia no significativa

Un mayor peso y tamaño de raíz se traduce en una raíz comercialmente más atractiva. Los pesos de raíces comerciales fueron mayores para el testigo, por lo tanto, el efecto del AIB aplicado no influyó de manera positiva el aumento en peso y por ende de tamaño de la raíz comercial. Esto puede deberse a que el tratamiento de 1,000 ppm tuvo un mayor número y porcentaje de raíces comerciales, lo que no resultaría en raíces más grandes y pesadas que el testigo, que tuvo menos raíces. La dosis de 1,000 ppm alcanzó mayor peso de raíz comercial, seguida de la dosis de 1,500 ppm que además dio el mayor peso y tamaño de raíces no comerciales. Se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el peso de raíces no comerciales con la dosis de 1,500 ppm (Cuadro 3). Las raíces no comerciales también tienen un mercado, lo cual valida la importancia del dato.

**Cuadro 3.** Peso promedio de raíces comerciales y no comerciales de yuca “Valencia”, tratada con cuatro dosis de AIB en Zamorano, Honduras, 2007.

Dosis de AIB (ppm)	Peso/raíz (g)	
	Comercial <sup>ns</sup>	No comercial
0	367,8	8,2 <sup>a*</sup>
500	329,1	14,2 <sup>ab</sup>
1,000	346,1	13,7 <sup>ab</sup>
1,500	345,9	17,5 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> ( $P < 0.05$ )

ns = diferencia no significativa

\* Resultados con letras en común en la misma columna no son significativamente diferentes

Para encontrar diferencias significativas entre las dosis se evaluó el peso de raíces producidas por planta. En la producción de raíces comerciales, los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento de 1,000 ppm, pero estadísticamente esta diferencia no fue significativa. Se encontró diferencia significativa para la producción de raíces no comerciales ( $P > 0.05$ ). Se debe recordar que las raíces no comerciales también poseen un mercado y con el tratamiento de 1,500 ppm se obtuvo un mayor peso de las mismas (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Peso promedio de raíces comerciales y no comerciales por planta de yuca “Valencia”, tratada con cuatro dosis de AIB en Zamorano, Honduras, 2007.

Dosis de AIB (ppm)	Peso/planta (g)	
	Comercial <sup>ns</sup>	No comercial
0	875,9	102,0 <sup>a*</sup>
500	813,5	189,9 <sup>ab</sup>
1,000	952,4	158,7 <sup>bc</sup>
1,500	861,7	238,1 <sup>c</sup>

ns = no significativa

\* Resultados con letras en común en la misma columna no son significativamente diferentes

Se proyectaron los rendimientos del área ensayada a valores de producción comercial con densidades de 10,000 plantas/ha. Se obtuvieron los mejores resultados en plantas bajo el tratamiento de 1,000 ppm, pero esta superioridad no es significativa estadísticamente ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 5). Los rendimientos promedios esperados para América Latina/Caribe en el 2005 eran de 12,8 t/ha (Ospina y Ceballos 2002).

**Cuadro 5.** Rendimientos de raíces comerciales de yuca “Valencia”, tratada con cuatro dosis de AIB en Zamorano, Honduras, 2007.

Dosis de AIB (ppm)	raíces comerciales (t/ha) <sup>ns</sup>
0	8,8
500	8,2
1,000	9,6
1,500	8,6

ns = no significativa



## CONCLUSIONES

1. La aplicación de ácido indol-3-butírico (AIB) a concentraciones de 500, 1,000 y 1,500 ppm, no produjo diferencia estadística en el número y peso de raíces comerciales.
2. La dosis de 1,000 ppm mostró una tendencia a mayores rendimientos bajo las condiciones de Zamorano en cuanto a número, porcentaje, peso y rendimientos por hectárea de raíces comerciales.
3. La dosis de 1,500 ppm mostró menores resultados que el testigo.
4. La concentración ideal de AIB no pudo ser determinada bajo las condiciones del ensayo.

## **RECOMENDACIONES**

1. Repetir este ensayo bajo condiciones favorables para el cultivo; con una correcta preparación de suelo, fertilización, riego, acame y un efectivo distanciamiento entre plantas.
2. Realizar otros estudios probando diferentes concentraciones y presentaciones de AIB a las analizadas en este estudio.

## LITERATURA CITADA

Brenes A. E (s.f.). Producción de Yuca. Edición Preliminar. Costa Rica (s.f.). Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección de Investigaciones. Consultado 10 Sept. 2007. En línea. Disponible en <http://www.infoagro.go.cr/tecnologia/tuberculos/yuca.htm>

El Jardín de Julio (s.f.) Temas de Jardinería: Las hormonas de enraizamiento. (s.l.). (s.e.). Consultado 10 Sept. 2007. En línea. Disponible en: [www.fuchsiarama.com](http://www.fuchsiarama.com)

Montaldo A. 1979. La Yuca o Mandioca: Cultivo, Industrialización, Aspectos Económicos, Alimentación y Mejoramiento. Costa Rica. Instituto Internacional de Ciencias Agrícolas. Serie de Libros y Materiales Educativos. 39-41 p.

Hartmann H. T y Kester. D. E. 1997. Propagación de Plantas: Principios y Prácticas. Trad. Ph. D. Ambrosio A. M. Quinta reimpresión. Editorial Continental S. A. DE C. V. México. Parte III. 219-320 p.

Ospina B. y Ceballos H. 2002. La yuca en el Tercer Milenio: Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización. Publicación CIAT No. 327. Cali. Colombia. 17-18 p.

Weaver J. R. 1989. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Sexta reimpresión. Editorial Trillas S. A. DE C. V. México. 18-19 p.

