

“EFECTO DE DOS SISTEMAS DE LABRANZA MÍNIMA Y FERTILIZACIÓN EN EL CRECIMIENTO, ESTADO SANITARIO Y RENDIMIENTO DE TRES VARIEDADES DE YUCA (*Manihot esculenta Crantz.*)” EN LA PROVINCIA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS”

**Marcos F. Alcívar Mera**

*Tesis de grado para la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario; Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de las Fuerzas Armadas, Santo Domingo, Ecuador.*

## **Resumen**

El cultivo de yuca es considerado como el cuarto producto más importante en los países en desarrollo según la FAO (2008), e incluso se menciona que es el alimento elemental o básico de mil millones de personas en 105 países, debido a que proporciona un tercio de las calorías que necesita el ser humano para realizar sus labores diarias. Esta investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de dos **SISTEMAS DE LABRANZA** y tres **NIVELES DE FERTILIZACIÓN** en el crecimiento, estado sanitario y **RENDIMIENTO DE TRES VARIEDADES** de YUCA (*Manihot esculenta C.*) en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Para esto se llevó a cabo un ensayo en el cual se analizaron los diferentes factores mencionados anteriormente como son dos sistemas de labranza, con machete y azadón, tres niveles de fertilización al 100% de la recomendación comercial, al 50% de la recomendación y al 0% y por último se utilizaron tres variedades de yuca como son la valencia, morada y amarga. Con esta investigación se llegó a la conclusión que las mejores producciones comerciales de yuca se presentaron con la variedad Amarga bajo fertilización química con el sistema de labranza con azadón. Cabe indicar que los resultados obtenidos (15,6 Tm) **SUPERARON LOS RENDIMIENTOS** en toneladas métricas por hectárea nacionales (5 Tm) y **LATINOAMERICANOS** (11 Tm).

**Palabras claves:** *Manihot esculenta*, Sistemas de Labranza, Niveles de Fertilización, Rendimiento de Tres Variedades de Yuca, Mayor Rendimiento por hectárea que el promedio Latinoamericano.

## **Abstract**

The cassava is considered the fourth largest in the developing product according to the FAO (2008), and even mentioned it is the elemental or staple billion people in 105 countries, because it provides third of the calories you need humans to perform their daily tasks. This research aims to evaluate the effect of two tillage systems and three levels of fertilization on growth, health status and yield of three varieties of Cassava (*Manihot esculenta* C.) in the province of Santo Domingo de los Tsáchilas. For this we conducted a trial in which the various factors mentioned above were analyzed as are two tillage systems, with machete and hoe, three levels of fertilization to 100% of trade recommendation, 50% of the recommendation and the 0% and finally three varieties of cassava are the valence, purple and bitter were used. With this investigation it came near to the conclusion that the best commercial productions of yuca appeared with the Bitter variety under chemical fertilization with the system of tillage with hoe. It is necessary to indicate that the results obtained (15,6 Tm) overcame the performances in metric tons per hectare natives (5 Tm) and Latin Americans (11 Tm).

**Key words:** *Manihot esculenta*, Fertilization, Variety

## **I. Introducción**

El cultivo de yuca es considerado como el cuarto producto más importante en los países en desarrollo según la FAO (2008), e incluso se menciona que es el alimento elemental o básico de mil millones de personas en 105 países, debido a que proporciona un tercio de las calorías que necesita el ser humano para realizar sus labores diarias. Esta organización aduce también que el cultivo de yuca tiene un enorme potencial ya que actualmente los rendimientos medios de producción están en un veinte por ciento del total que el cultivo puede generar en condiciones óptimas de manejo.

En la actualidad según datos de la FAO (2005) el continente africano es el mayor productor de yuca a nivel mundial debido a que su producción alcanza el 54,20% de la misma, siendo Nigeria el productor más grande de dicho continente con 38 000 millones de kilogramos.

A pesar que la yuca es originaria de América Latina y el Caribe su producción no sobrepasa los 37 000 millones de kilogramos de yuca, el principal país productor es Brasil. Nuestro país aporta con el 0,33% del valor antes mencionado.

En el Ecuador el cultivo de yuca esta difundido a nivel nacional, siendo las provincias de mayor producción Manabí, Cotopaxi, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, Esmeraldas, Pichincha, Guayas, Loja y Morona Santiago (Diario El Comercio 2008), a si mismo se menciona que en el año 2006 en nuestro país se cosecharon 29 608 hectáreas y la producción fue de 161 112 000 kilogramos, con una producción promedio nacional de 5 441,50 kilogramos por hectárea.

En la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas según Macas *et, al.* 2002 es uno de los cultivos más sembrados con 2 724 ha, con rendimiento promedio de 8 000 a 9 000 kilogramos por hectárea, superando así el promedio nacional, pero muy por debajo del promedio de América Latina y el Caribe (11 Tm por hectárea) (Ceballos 2008), los mismos que son bajos debido a la no utilización de material de siembra seleccionado, controles inoportunos de malezas, y el poco o ningún uso de fertilizantes.

A nivel nacional este cultivo a presentado un incremento en el número de hectáreas sembradas según datos del diario El comercio (2008), en el año 2003 se cultivaron 19 000 hectáreas, mientras que en el año 2006 fueron cultivadas 29 608 hectáreas esto se debe a la creciente demanda de países como Colombia al cual se exportaron 3 355 000 kilogramos, en el año 2007 las exportaciones de yuca a este país aumentaron a 21 600 000 kilogramos, igual cantidad se exportó a los Estados Unidos y Puerto Rico.

El presente trabajo de investigación se orienta a evaluar el comportamiento agronómico y el rendimiento del cultivo de yuca, mediante el empleo de mejores técnicas de producción que incluyeron sistemas de labranza mínima, fertilización y empleo de variedades con características agronómicas adecuadas como son la valencia, morada, amarga.

## II. Metodología

Metodología para evaluar el efecto de diferentes sistemas de labranza mínima y niveles de fertilizantes en el rendimiento y crecimiento de tres variedades de yuca (*Manihot esculenta Crantz.*)” en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

### Factores en estudio

Los factores evaluados fueron los siguientes:

Factor	Niveles	Descripción
Sistemas de labranza (L)	11	Machete
	12	Azadón
Fertilización (F)	f1	sin fertilización
	f2	50% de la dosis recomendada
	f3	100% de la dosis recomendada
Variedades de yuca (V)	v1	Valencia
	v2	Morada
	v3	Amarga

El ensayo se instaló de acuerdo a un esquema trifactorial ( $a \times b \times c + 1$ ) en un diseño de Bloques Completos al Azar, el testigo representa el manejo convencional realizado por los agricultores, está conformado por una preparación de suelo con rastra más la variedad recomendada para esta zona. Dentro del diseño experimental se aplicaran tres repeticiones por 1 tratamiento.

### Características de las UE

Número de unidades experimentales: 57.

Área total del ensayo: 3 959 m<sup>2</sup>

Área neta del ensayo: 2 280 m<sup>2</sup>

Forma del ensayo: Rectangular

Largo: 107 m

Ancho: 37 m

Número de plantas totales: 2 280 plantas

Área total por parcela: 40 m<sup>2</sup>

Largo: 10 m

Ancho: 4 m

Forma de la parcela: Rectangular

Distancia de la parcela: 10 X 4 m

Distancia entre plantas: 1 X 1

Número de plantas por parcela: 40 plantas

Área de parcela neta: 16 m<sup>2</sup>

Largo: 8 m  
Ancho: 2 m  
Distancia de la parcela neta: 8 x 2 m  
Número de plantas por parcela neta: 16 plantas  
Separación entre tratamientos: 1,5 m  
Separación entre repeticiones: 1,5 m

Para la realización del análisis funcional fue empleada la prueba de significación de Tukey al 5%. Los datos de la presente investigación fueron evaluados al mes y medio de producida la brotación de las estacas, a los tres meses y medios y al momento de la cosecha. Los métodos de evaluación que se emplearon para cada una de las variables en estudio son las siguientes:

- **Altura de planta (cm).**- La altura de planta fue tomada cada cuarenta y cinco días a partir del primer brote, hasta dos semanas antes de la cosecha, la medición se realizó a diez plantas escogidas al azar de cada tratamiento en estudio, para establecer esta variable empleamos una cinta métrica con la cual medimos desde la base de la planta (ras del suelo) hasta la última hoja de la misma.
- **Diámetro de tallo (cm).**- Esta variable fue evaluada cada cuarenta y cinco días a partir del primer brote, hasta dos semanas antes de la cosecha, para esto se tomaran diez plantas al azar de cada tratamiento en estudio, para determinar esta variable se empleó un calibrador, los datos fueron tomados a 10 cm de la base de la planta, siempre evitando evaluar en la zona más gruesa de la base del tallo, sino más bien en la parte intermedia.
- **Días a la cosecha.**- Para la evaluación de esta variable se utilizaron los parámetros de cosecha establecidos por las empacadoras de la zona en estudio (véase pág. 41- cosecha)
- **Número de raíces por planta.**- Para determinar esta variable se establecieron 10 plantas al azar, dentro de cada unidad experimental, a las cuales se les cuantifico cuantas raíces presentaron a la cosecha y fueron clasificadas en comerciales y no comerciales de acuerdo a las exigencias del mercado (exportadoras).
- **Peso de raíces comerciales (kg).**- Esta variable se determinó mediante el peso de raíces comerciales del área neta de cada tratamiento, para esto se empleó una balanza de plato y un saco, a medida que se extraían las raíces de yuca, fueron separadas del tallo, se clasificó según las recomendaciones del SICA (2001), en comercial y no comercial para proceder a pesarlas.
- **Peso de raíces no comerciales (kg).**- Esta variable fue determinada mediante el peso de las raíces no comerciales del área neta de cada tratamiento, para esto se empleó una balanza de plato y un saco, a medida que se extraían las raíces de yuca, fueron separadas del tallo, clasificándolas (comercial, no comercial) y se pesaron.
- **Rendimiento comercial.**- Para determinar esta variable se llevo a hectárea los datos de peso de las raíces comerciales.
- **Rendimiento no comercial.**- Para determinar esta variable se utilizo igual técnica que para el rendimiento comercial, lo que varia es la variable que para este caso es peso de las raíces no comerciales.
- **Longitud y diámetro de las raíces (cm).**- Esta variable se determinó mediante la evaluación de cinco raíces por planta ubicada en el área neta de cada tratamiento. La longitud se evaluó con una cinta métrica desde la base hasta la punta de la raíz, mientras que para el diámetro de la raíz se midió, con la ayuda de una regla, la circunferencia central de una raíz dividida por la mitad.

- Cantidad de material de siembra útil por planta.- Esta variable fue determinada mediante la extracción y posterior conteo de todas las estacas resultantes del área neta de cada tratamiento.
- Fertilización.- La fertilización se la realizó en dos partes: primero a los treinta días después de la siembra y la segunda a los tres meses después de la siembra, tiempo en el cual se produce la máxima brotación del cultivo; se la aplicó en bandas las mismas que fueron cubiertas con suelo para evitar pérdida de fertilizante, las dosis fueron determinadas previo a un análisis químico de suelos y a la recomendación promedio para el cultivo de yuca, tomada de varios autores, para efecto de la presente investigación (41 N - 32 P- 62 K).
- Influencia de plagas y enfermedades.- La determinación de esta variable fue visual, dentro del área neta de cada unidad experimental

### **III. Resultados**

#### **Altura de planta**

En el análisis de varianza realizado a los 80 DDS detecto diferencias significativas para el factor fertilización y variedades, sistemas de labranza resulto no significativo al nivel del 5% de probabilidad. En lo que respecta a las interacciones dobles la única en la que existe diferencias es el factor sistema de labranza por el factor variedad, la interacción triple (sistemas de labranza – fertilización – variedades) resulto significativo al nivel del 5% de probabilidad. La comparación ortogonal entre testigo vs. el resto de tratamientos fue significativa al 1% de probabilidad. El coeficiente de variación a los 80 DDS fue de 11,37, valor que respalda los resultados obtenidos en la investigación.

#### **Diámetro tallo (cm)**

Se muestran diferencias estadísticas al 1% para los métodos de labranza solo a los 125 días después de la siembra, igual para las variedades a los 80, 125 y 170 días después de la siembra. La interacción sistemas de labranza x fertilización presentó significación estadística a nivel del 1% a los 80 días y al 5% a los 125 días; en la interacción sistemas de labranza x variedades se detectó significación estadística a nivel del 1% a los 80 y 125 días; en la interacción fertilización x variedad únicamente se encontró significación estadística a nivel del 1% a los 80 días; y, finalmente la interacción de sistema de labranza x fertilización x variedad, presentó significación estadística a nivel del 1% a los 125 días. Al comparar el testigo vs el resto de tratamientos se encontró diferencia estadísticas a nivel del 1% a los 80 y 125 días y a nivel del 5% a los 215 días. Analizando los datos los coeficientes de variación se encuentran entre 8,95 a 18,07%.

#### **Numero de raíces/planta**

Al establecer el análisis de variancia para el numero de raíces/ planta no se encontró diferencias estadísticas para repeticiones, mientras que los tratamientos se diferenciaron a nivel del 1%, así como cada uno de los factores en estudio, al mismo nivel se encontró significación estadística en cada una de las interacciones. El coeficiente de variación del 4.27%, es adecuado para este tipo de variable.

#### **Longitud y diámetro de la raíz**

Al establecer el análisis de variancia para la longitud y diámetro de la raíz, no se encontró diferencias estadísticas para repeticiones, mientras que los tratamientos se diferenciaron a nivel del 1% en cada una de estas dos variables. En la longitud dentro de tratamientos todas las fuentes de variación establecidas manifestaron significación estadística al nivel del 1% o 5% a excepción de variedades, mientras que en el diámetro de raíces se encontró significación estadística a nivel del 1% en la fertilización e interacción

sistemas de labranza x fertilización y al nivel del 5% entre las variedades e interacción fertilización x variedad, en el resto de fuentes de variación no se detectó significación estadística.

### **Producción comercial y no comercial ( kg/ha)**

Al establecer los análisis de variancia para la producción comercial se encontró diferencias estadísticas al nivel del 1% para tratamientos, y dentro de estos se detectó diferencias estadísticas para la fertilización al mismo nivel, además se encontró diferencias estadísticas a nivel del 5% al comparar el testigo vs el resto de tratamientos. Mientras que en la producción no comercial no se detectó diferencias estadísticas en ninguna fuente de variación.

### **Análisis económico**

La metodología empleada para el análisis económico fue el análisis de presupuesto parcial, propuesto por Perrin et al.(1976). Con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con la aplicación de un determinado tratamiento, se descontó el 10 % a la producción comercial obtenida en el ensayo, a este dato se lo denominó beneficio bruto ajustado, el cual se obtuvo considerando el precio de 0,16 dólares el kilo de yuca.

Por otro lado se obtuvieron los costos variables que corresponden a los tipos de labranza, fertilización y estacas de las variedades. De la diferencia del beneficio bruto ajustado menos los costos variables se obtienen el beneficio neto para cada uno de los tratamientos

### **IV. Conclusión**

- Las mejores producciones comerciales se presentaron con la variedad amarga bajo el siguiente tratamiento L2F3V3 azadón y nivel óptimo de fertilización (15668,56 kg/ha) con lo que se superó los rendimientos promedios a nivel local (8000-9000 kg/ha), nacional (5000 kg/ha) y latinoamericano (11000 kg/ha).
- El sistema de labranza con azadón estimulo el incremento en altura de planta, número de raíces/planta, longitud de las raíces, diámetro de las raíces en relación al sistema de labranza con machete.
- El incremento de los niveles de la fertilización química provocaron mayor altura de planta y número de raíces, así como mayor longitud y diámetro de las mismas, lo que originó un aumento del 65% de la producción comercial de yuca, en comparación con el promedio de rendimiento por hectárea a nivel nacional; no influyo en el diámetro del tallos y las variaciones de la producción no comercial fueron insignificantes.
- Los tratamientos T18 y T13 se constituyeron en las dos alternativas económicas para el cultivo de Yuca, por obtener tasas internas de retorno adecuadas 2.35 y 1.83 respectivamente las cuales benefician al productor que se dedica al cultivo de esta especie.

## Referencias bibliográficas

**ACOSTA A.; ALVAREZ H.** 2006. Características Morfológicas y extracción de ADN de 11 clones de yuca (*Manihot esculenta* C.) en la universidad EARTH, Costa Rica. Fecha de consulta, 18 de jun. 2009. Disponible en:

[Usi.earth.ac.cr/tierratropical/archivos-de-usuario/Edición/19\\_v2.1-07\\_Acosta.pdf](http://Usi.earth.ac.cr/tierratropical/archivos-de-usuario/Edición/19_v2.1-07_Acosta.pdf)

**ACEVEDO, E.** 2003. “Sustentabilidad en cultivos anuales cero labranza, manejo de rastrojos”. Universidad de Chile. Serie Ciencias Agronómicas N° 8/2003, Fecha de consulta, 09 de nov. 2009. Disponible en:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Siembra\\_directa](http://es.wikipedia.org/wiki/Siembra_directa)

**AGUILAR E.** 2002. Guía del Cultivo de Yuca (*Manihot sculenta*). Ministerio de Agricultura y Ganadería Dirección de Investigaciones. Costa Rica. Consultado el 18 de jun. 2009. Disponible en:

<http://www.infoagro.go.cr/tecnologia/tuberculos/yuca.htm>

**CARDARELLI A.; CASTRO J.** 1999. Cultivos tropicales. Quito-Ecuador, Centro Internazionale Crocevia. P 326.

**CARDENAS, F.; ALVAREZ,H.; COBEÑA, G.,** 1994. Estudio de caso: variedad de yuca INIAP Portoviejo 650. In CIAT Memorias de la Tercera. Reunión Panamericana de Fitomejoradores de yuca. Iglesias, C. (ed.) Cali - Colombia. p. 243-249.

**CEBALLOS H.** 2008. La respuesta del CIAT a la crisis alimentaria actual, antecedentes hechos y cifras. Consultado el 08 de marzo. 2011. Disponible en:

<http://www.ciat.cgiar.org/yuca/inicio.htm>

**CETEC.** 2005. Propuesta técnica cultivo de yuca. Colombia. Consultado el 18 de jun. 2009. Disponible en:

[http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/2006112717345\\_Propuesta%20tecnica%20cultivo%20de%20yuca.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006112717345_Propuesta%20tecnica%20cultivo%20de%20yuca.pdf)

**CIAT.** 1981 Sistema de información tendiente a la producción agroecológica del cultivo de yuca. Disponible en:

<http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/CI%20Yuca/14.pdf>

**CODEX.** 2005. Norma del codex para la yuca dulce (*Mandioca*) dulce. Consultado el 18 de jun. 2009. Disponible:

[www.codexalimentarius.net/download/standards/10368/CXS\\_238s.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10368/CXS_238s.pdf)

**EL COMERCIO.COM.** 2008. La yuca ecuatoriana llega a 9 países de América y Europa. Redacción Cuenca. Consultado el 19 de jun. 2009. Disponible en:

[http://www2.elcomercio.com/noticia.EC.asp?id\\_noticia=170755&id\\_seccion=6](http://www2.elcomercio.com/noticia.EC.asp?id_noticia=170755&id_seccion=6)

**ESPINOSA J.** 2008. Distribución, uso y manejo de los suelos de la región andina. Sociedad ecuatoriana de la ciencia del suelo. Quito-Ecuador. Consultado el 18 de jun. 2009. Disponible en:

<http://www.secsuelo.org/PDFs%20Articulos/Sesion%20Plenaria/1%20Dr.%20Jose%20Espinosa.pdf>

**FAO.** 2008. Yuca para la seguridad alimentaria y energética. Consultado el 18 de jun. 2009. Disponible en:

<http://www.fao.org/newsroom/ES/news/2008/1000899/index.html>

**FAO.** 2005. Producción Mundial de Yuca. Consultado el 18 de jun. 2009. Disponible en:  
[www.fao.org/AG/aGL/agll/rla128/inia/inia-i1/inia-i1-05.htm](http://www.fao.org/AG/aGL/agll/rla128/inia/inia-i1/inia-i1-05.htm)