

Aporte a la tecnología de producción de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en condiciones de sequía.

Contribution to the production technology of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in drought conditions.

Autores: José Speck Velásquez¹, Luperio Barroso Frométa² y Manuel Riera Nelson²

Entidad:

- 1.- UBPC Batalla de Jobito
- 2.- CUG E-mail luperio@fam.cug.co.cu

Resumen.

El trabajo se desarrolló en la UBPC Batalla del Jobito del municipio El Salvador, en condiciones de campo, en un área total de 0.28 ha en el período de Diciembre 2006 hasta Noviembre 2007, se empleó un diseño bloque al azar con cuatro réplicas con el objetivo de evaluar el desarrollo del cultivo de la yuca, se utilizaron alternativas biológicas en combinación con niveles de humedad en el suelo, para ello se impusieron tres niveles de riego (Secano, 150 m³.ha⁻¹ y 300 m³.ha⁻¹) y dos niveles de aplicación de biofertilizantes (*Glomus fasciculatum* y *Azotobacter chroococcum*). Las variables evaluadas fueron; Dinámica de la humedad en el suelo, crecimiento (masa fresca del tallo, raíz y hoja, masa seca del tallo, raíz y hoja), rendimiento (número de raíces por planta, masa de las raíces, largo de la raíz). Los resultados mostraron que a los 90 días después de impuestos los tratamientos el clon Jagüey Dulce presentó un mejor desarrollo entre los clones estudiados basado fundamentalmente en la producción de raíces comerciales y su masa seca.

Palabras clave: yuca, clon, suelo, planta

Summary.

Introducción.

The work was developed in the UBPC Batalla del Jobito of the municipality El Salvador, under field conditions, in a total area of 0.28 ha in the period of December 2006 until November 2007, a design block at random with four repetitions was employment in order to evaluating the development of the cultivation of the *Manihot esculenta* Crantz using alternative biological in combination with levels of humidity in the soil, were imposed it three watering levels (Unirrigated land, 150 m³.ha⁻¹ and 300 m³.ha⁻¹) and two levels of biofertilization application (*Glomus fasciculatum* and *Azotobacter chroococcum*). Were evaluated the following variables; Dynamics of the humidity in the soil, growth (fresh mass of the shaft, root and leaf, dry mass of the shaft, root and leaf), Yield (number of roots for plant, mass of the roots, long of the root). The results showed that to the 90 days after imposed the clone Jagüey Dulce presented a better development among the studied clones based fundamentally on the production of commercial roots and its dry mass.

Key words: cassava, clone, soil, plant

La producción de viandas es uno de los grandes objetivos de la agricultura en Cuba, por tal razón debemos evaluar y considerar en las actuales circunstancias del programa alimentario la posibilidad de obtener volúmenes de productos que satisfagan las necesidades de la población (Díaz y Estrada, 2001).

La yuca es una especie de cultivo que se desarrolla bien en clima seco, la cual es capaz de tolerar la sequía sin que se depriman considerablemente los rendimientos.

Si se considera el agua y los nutrientes factores limitantes en la obtención de altos rendimientos, su aplicación controlada puede determinar el nivel de producción a alcanzar, por lo que se puede afirmar que entre los factores agrotécnicos el riego y los nutrientes son decisivos para el logro de altos rendimientos

El trabajo parte de la necesidad del incremento de los rendimientos que actualmente se han obtenido en el cultivo de la yuca en el territorio y la posibilidad que se tiene de incrementar esos resultados mediante la transferencia de tecnología que conlleven al mejoramiento de las propiedades física, química y biológica de los suelos al mismo tiempo que se hace un uso eficiente del recurso agua. De lo anterior se planteó como objetivo evaluar el comportamiento de tres clones de yuca con la utilización de alternativas biológicas en combinación con diferentes niveles de humedad en el suelo.

Materiales y Métodos.

El experimento se desarrolló en la UBPC Batalla del Jobito del municipio El Salvador utilizando estaca de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en condiciones de campo en parcelas de 5 m de largo por 5.2 m de ancho para un área total de 0.28 ha, dicha parcelas fueron sometidas a las labores de preparación de suelos según la norma descrita por Duran, (2002). La plantación fue realizada en diciembre del 2006 en un suelo Pardo sialítico eútrico, (Hernández *et al.*, 1999). Las variables climáticas durante el período evaluado aparecen en la tabla 1.

Tabla 1. Variables del clima durante el período evaluado.

VARIABLES	Meses en el periodo experimental					Medias
	D	E	F	M	A	
Temperaturas medias (°C)	25.8	22.5	23.2	24.5	24.6	24.75
Temperaturas Máximas medias (°C)	32.8	30.1	29.9	30.6	33.9	30.86
Temperaturas Mínimas medias (°C)	20.7	17.0	16.0	20.6	17.7	18.57
Precipitación (mm)	-	-	-	27.0	274	60.2

Se plantaron tres clones de yuca: CMC-40, Balzaga y Jagüey Dulce y se establecieron tres niveles de humedad en el suelo a partir de aplicar la norma de riego de 300 m³.ha⁻¹, la mitad de la norma 150 m³.ha⁻¹ y un nivel donde solo se regó hasta el establecimiento del cultivo denominado seco, estos niveles de humedad fueron garantizados a partir de la utilización del método de riego por gravedad con el empleo de manguera y para el cálculo de la norma

de riego se empleo el método de aforo el cual consiste en determinar la cantidad de agua que suministra la bomba en un tiempo evaluado, además se utilizó *Glomus fasciculatum* como cepa de micorriza y *Azotobacter chroococcum* como la especie de bacteria coinoculados y aplicado en el momento de la plantación por el método de peletización de las estacas, donde se realizó una pasta fluida utilizando una dosis de 13 kg.ha⁻¹ de *Glomus fasciculatum* y 2,26 kg.ha⁻¹ de *Azotobacter chroococcum*. Fernández *et al.* (2001) Patente 22641. De estos tres factores combinados se establecieron los tratamientos siguientes:

	T1.- CMC-40 + N + B1	T7.- Jaguey + N + B1
	T2.- CMC-40 + N + B0	T8.- Jaguey + N + B0
B1	T3.- CMC-40 + 1/2N + B1	T9.- Jaguey + 1/2N +
	T4.- CMC-40 + 1/2N + B0	T10.- Jaguey + 1/2N +
B0		
Secano + B1	T5.- CMC-40 + Secano + B1	T11.- Jaguey +
Secano + B0	T6.- CMC-40 + secano + B1	T12.- Jaguey +
	T13.- Barzaga + N + B1	N.- Norma de riego
	T14.- Barzaga + N + B0	B1.- Con biofertilizante
	T15.- Barzaga + 1/2N + B1	B0.- Sin biofertilizante
	T16.- Barzaga + 1/2N + B0	
	T17.- Barzaga + Secano + B1	
	T18.- Barzaga + Secano + B0	

El resto de las actividades culturales se realizaron de acuerdo con las normas técnicas para el cultivo. Entre las variables evaluadas se encuentran.

1. Dinámica de la humedad en el suelo (cada 15 días)

Para conocer la dinámica del contenido de humedad en el suelo, se siguió el método gravimétrico, se realizaron muestreos en tres puntos por cada tratamiento hasta una profundidad de 40 cm y con una frecuencia quincenal. Para la extracción y manejo de las mismas se utilizó una barrena y pesafiltros debidamente tarados, las muestras fueron secadas en la estufa a 110°C hasta masa constante y los datos se expresaron gráficamente como porcentajes de humedad en base a suelo seco.

2. Crecimiento

- Masa fresca del tallo, raíz y hoja (g)
- Masa seca del tallo, raíz y hoja (g)

La evaluación del crecimiento en biomasa fresca y seca de los órganos de las plantas (hojas, tallos y raíz, en g planta⁻¹) se determinó en seis plantas por tratamiento, en todos los casos las muestras fueron secadas en estufa a 80°C hasta masa constante.

3. Rendimiento

- Número de raíces por planta

- Masa de las raíces (g)
- Largo de la raíz (cm)

Para medir el rendimiento se tomaron seis plantas por tratamientos al azar. Para la masa de las raíces se empleó una pesa de plato en kg, en el caso del número de raíces comerciales se obtuvo por conteo directo y la longitud de las raíces se realizó desde la base del límite vasar hasta el límite apical con ayuda de una regla milimetrada.

4. Análisis económico.

Los datos para la valoración económica fueron calculados tomando como base la metodología de la carta tecnológica y la ficha de costo establecida en la UBPC Batalla del Jobito, ambos documentos vigentes en la actualidad en la UBPC; además se incluyeron los gastos por concepto de agua, combustibles, biofertilizantes y salarios calculados sobre la base de las normas establecidas por la agricultura utilizándose los elementos que aparecen en la tabla 2 y 3.

Tabla 2. Elementos que conforman los costos de producción para una hectárea.

Elementos	Cantidad	Precio \$
Micorriza	13 Kg	32.50
Riego para 150 m ³ /ha	10horas	27.00
Riego para 300 m ³ /ha	20 horas	54.00
Numero de riego	4	-
Salario para el riego	1 hora de riego	1.17
Precio del agua	10 m ³	1.80
Combustible	1 Lts	0.50
Azotobacter	2.6 Kg	33.80

Tabla 3. Ficha de costo para la preparación de 1 ha de suelo.

Actividades	Implementos	Importe en pesos
Rotura	Micrograda	17.09
Cruce	Micrograda	33.00
Grada	Micrograda	2.36
Surcado	Arado de vertedera	24.30
Siembra	Manual	65.54
Limpia	Manual	137.64
Cultivo	Arado de vertedera	48.60
Total		328.53

Se tomaron además, como base para los cálculos económicos los gastos incurridos para la producción de la yuca, utilizándose los siguientes índices económicos descritos por (Carrasco, 1992).

- Costo de producción total

Fueron tomados los costos de todas las actividades realizadas para la producción de la yuca, determinando gasto por salario, combustible, biofertilizantes, agua, entre otros.

- Valor de la producción:

Para determinar la misma se tuvo en cuenta la cantidad de la producción y el valor de las mismas.

- Ganancia:

Se determina utilizando la siguiente expresión.

Ganancia = Valor de la producción – Costo de producción

- Rentabilidad:

Este indicador fue determinado según la expresión siguiente

Rentabilidad = Ganancia / Los Costos de producción * 100

- Costo por peso:

El costo por peso fue determinado de acuerdo con la siguiente ecuación.

Costo por peso = Valor de la producción / Costo.

Para el análisis de los datos del experimento se utilizó el modelo matemático correspondiente al diseño de bloques al azar, para la determinación de las diferencias entre los tratamientos se utilizó la dócima de comparación de rangos múltiples de Duncan. Con vista a llevar a cabo este procesamiento y análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS PLUS versión 5.1

Resultados y discusión.

En la figura 1 se presentan las dinámicas de humedad en el suelo en los tres clones estudiados y tres niveles de humedad impuestos a través de la norma del cultivo, la mitad de esta y cero aplicación de la misma. Los muestreos que se observan en el eje horizontal se refieren al momento del riego cuando las condiciones del clima (precipitaciones) lo permitieron.

Se observó que la humedad en el momento del riego se mantuvo con valores muy bajos, entre 4 y 15% en base a masa de suelo seco para los tres clones y niveles de humedad evaluados, de forma general, aunque los valores más bajos se encontraron en el nivel de humedad menor, no hubo una tendencia definida por los clones en ninguno de los niveles de humedad impuestos, lo que de acuerdo con este resultado significa una pérdida de humedad no definida o diferenciada entre clones.

Además, se pudo inferir que en la mayoría de los muestreos evaluados las pérdidas por evaporación fueron superiores a las precipitaciones ocurridas, lo que provocó una alta demanda atmosférica, debido a que en el periodo entre muestreos la evaporación superó los ingresos hechos por las precipitaciones, comportamiento característico del periodo poco lluvioso de Cuba y que ha sido señalado con anterioridad por Díaz, Borsani y Monza (1999); Salles *et al.* (2000).

Los resultados concuerdan también con los obtenidos por Martínez (1996) quien planteó, que las mayores necesidades de aplicar agua a los cultivos sucede en el llamado período seco, debido fundamentalmente a la poca ocurrencia de precipitaciones en este período.

Resultó interesante que en los muestreos del I hasta el IV fue donde se observó una determinada diferenciación en los clones, debido, entre otros factores, a que el balance evapotranspiración-precipitación resultó ser mayor en ese tiempo transcurrido. En este sentido, Dell'Amico (1992) encontró en experimentos desarrollados en condiciones de campo en el cultivo del tomate, que las mayores diferencias en el contenido de humedad del suelo entre los tratamientos, por él considerados, estuvo sujeto también a las escasas precipitaciones.

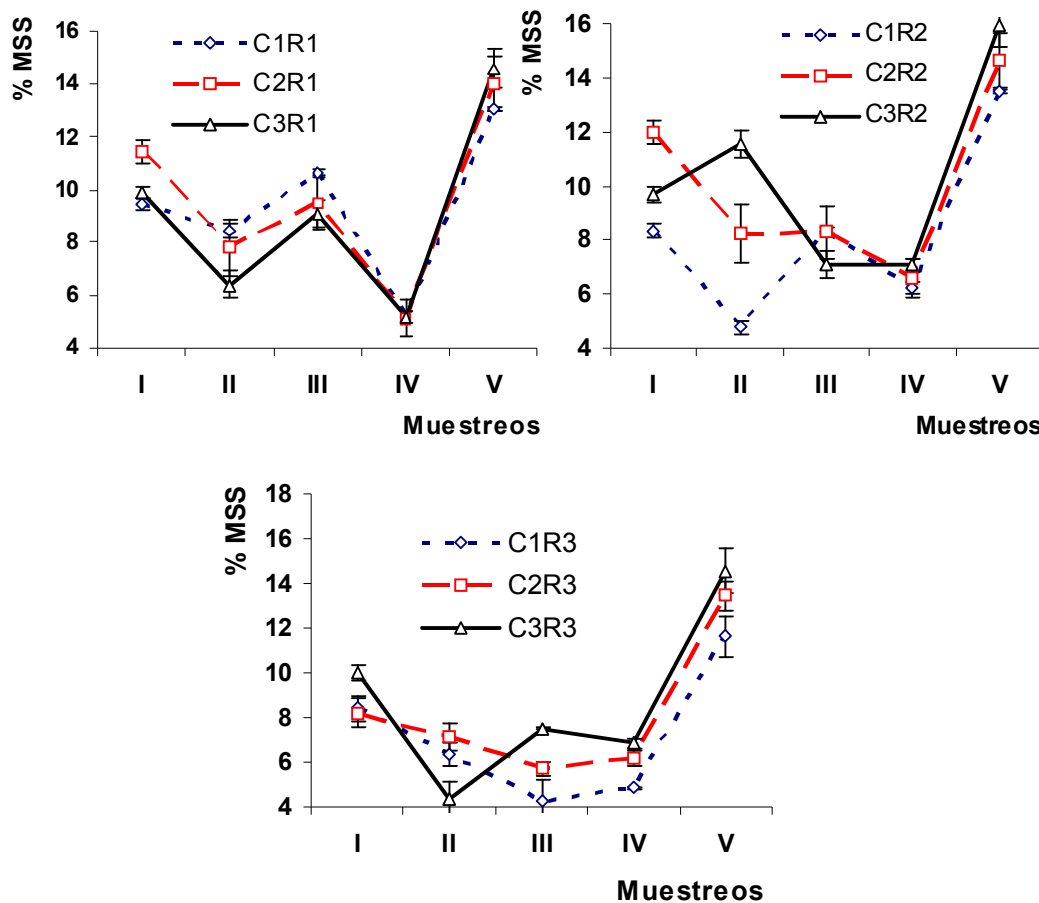


Figura 1. Dinámica de humedad en el suelo durante el crecimiento y desarrollo de plantas de yuca plantadas en diciembre y sometidas a diferentes normas de riego fijas. Las barras sobre las figuras representan el error estándar.

Resulta conveniente destacar que se está en presencia de un análisis trifactorial y que los resultados no arrojaron interacciones significativas entre ellos, por lo que se analizó cada uno de los factores por separado para comprobar la influencia respecto a cada una de las variables de crecimiento evaluadas, en este mismo orden el uso de la coinoculación no brindó diferencias significativas por clones de yuca ni por niveles de humedad estudiados.

Las variables de crecimiento evaluadas a los 90 días después de impuestos los tratamientos por las normas de riego aparecen en la Tabla 2. En las tres variables (masa seca de la hoja, masa seca del tallo y masa seca de la raíz) se encontró diferencias significativas con una misma tendencia, o sea, los valores más elevados se correspondieron con las normas de 150 m³/ha y 300 m³/ha con valores que varían con respecto al menor nivel de humedad empleado entre 50 y 41; 20 y 25; 231y 252 (g) para las variables respectivamente.

Resultó interesante el nivel de reducción de estas variables cuando se empleo el nivel más bajo de humedad en el suelo lo que representó un por ciento que vario entre 56,4 y 58,8; 56,9 y 62,2; 38 y 35,9 para la masa seca de las hoja, tallo y raíz respectivamente, lo que justifica el efecto negativo que ejerce el déficit de humedad en el suelo aspecto que con anterioridad a sido demostrado por otros autores.

Tabla 2. Variables del crecimiento por tipo de riego a los 90 días después de impuesto los tratamientos en plantas de *Manihot esculenta* Crantz.

Riego	Masa seca Hojas (g)			Masa seca Tallos (g)			Masa seca Raíz (g)		
	Media	ES	Sig	Media	ES	Sig	Media	ES	Sig
300 m ³ /ha	115.0 0	8.11	a	58.75	4.82	a	373.0 1	59.85	a
150 m ³ /ha	106.1 6		a	53.77		a	394.3 2		a
0 m ³ /ha	64.87		b	33.45		b	141.5 1		b

Letras iguales no difieren según dócima de Duncan para $p < 0,05$.

Sánchez-Días y Aguirreolea, (2003) plantearon que el manejo del estrés hídrico constituye para cualquier especie vegetal una situación anormal por lo que los efectos más comunes serán la reducción del tamaño de las plantas, la superficie foliar y el rendimiento, debido a la relación física y química entre el estado hídrico de las plantas y los procesos metabólicos que tienen lugar en las mimas.

Polón, (2003) quien sustenta que con un buen abastecimiento hídrico se logra que las plantas tengan un crecimiento adecuado debido a que el primer efecto medible de un estrés de sequía es una reducción del crecimiento. Barroso (2004) encontró en el cultivo de la albahaca blanca reducciones en estas variables de hasta un 30 % cuando se redujo el nivel de humedad en el suelo aspecto que se corrobora con lo obtenido en este experimento.

Las variables del rendimiento evaluadas a los 90 días después de impuestos los tratamientos en las tres normas de riego utilizadas mostraron diferencias significativas entre niveles de humedad (tabla 3), la tendencia general seguida por las tres variables fue mostrar los valores más elevados en las normas de 150 m³/ha y 300 m³/ha sin diferencias significativas entre ellas, de este resultado se infiere que el número de raíces comerciales y el largo de las mismas aportan al rendimiento (masa fresca de la raíz) un mismo nivel de significación.

Tabla 3. Variables del rendimiento por tipo de riego a los 90 días después de impuesto los tratamientos en plantas de *Manihot esculenta* Crantz.

Riego	Nº de raíces comerciales			Largo de la raíz (cm)			Masa fresca Raíz (g)		
	Media	ES	Sig	Media	ES	Sig	Media	ES	Sig
300 m ³ /ha	4.17	0.53	a	20.68	1.93	a	373.0 1	59.85	a
150 m ³ /ha	3.83		a	20.33		a	394.3 2		a
0 m ³ /ha	2.00		b	14.54		b	141.5 1		b

Letras iguales no difieren según dócima de Duncan para $p < 0,05$.

Resulta de interés destacar el efecto positivo obtenido en las diferentes variables cuando se aplica 150 m³/ha debido a que los resultados son semejante a los obtenidos cuando se aplica la norma técnica de (300 m³/ha) resultado este que pone al descubierto el ahorro de agua por el concepto de reducción al 50% de la norma de riego.

El análisis económico realizado hasta los 90 días después de impuestos los tratamientos, tabla 4. Se realizó teniendo en cuenta las fichas de costos de la UBPC para el cultivo y los elementos que conforman los costos de producción para una hectárea, recogidos en las tablas 2 y 3 de los anexos.

De forma general los tres clones de yuca estudiados mostraron mayor ganancias y rentabilidad al ser regados con una norma de 150 m³/ha. Sin embargo, el indicador valor de la producción no mostró el mismo comportamiento.

El clon Barzagas cuando se regó con una norma de 300 m³/ha se obtuvo mayor valor de la producción, mientras que la ganancias y la rentabilidad fueron superiores al ser regados con una norma de 150 m³/ha, resultado que estuvo influido por el costo de la producción.

En la tabla se recoge además el indicador costo por pesos que informa la ganancia que se obtiene por cada peso invertido, el cual vario de forma general entre 5 y 15 pesos, mostrándose el mejor comportamiento cuando se regó con una norma de 150 m³/ha para los tres clones estudiados.

Por los resultados mostrados hasta los 90 días después de impuestos los tratamientos el nivel de humedad en el suelo debido a la aplicación de una norma media (150 m³/ha) resultó ser más factible económicamente.

Tabla 4. Análisis económica por clones y niveles de humedad en plantas de *Manihot esculenta* Crantz.

Clones	Normas	Costos (\$)	Valor Prod. (\$/Tn)	Ganancia (\$)	Rentabilidad (\$)	Costo x pesos (\$)
CMC-40.	0 m ³ /ha	385.53	2937.6	2552.07	661.9	7.62
	150m ³ /ha	550.33	6436.8	5886.47	1609.6	11.69

	300m ³ /ha	715.13	5248.8	4533.67	633.9	7.34
Barzaga.	0 m ³ /ha	385.53	1948.4	1562.87	405.4	5.05
	150m ³ /ha	550.33	3743.2	3192.9	580.2	6.80
	300m ³ /ha	715.13	3823.2	3108.07	434.6	5.35
Jagüey dulce	0 m ³ /ha	385.53	2689.2	2303.67	597.5	6.97
	150m ³ /ha	550.33	8434.8	7884.47	1432.7	15.33
	300m ³ /ha	715.13	6877.27	6877.27	961.7	10.62

Estos resultados corroboran los obtenidos por Polón *et al.*, (1995) quienes en estudios realizados sobre la influencia de la humedad del suelo en el desarrollo de las plantas, concluyeron que ésta no es determinante para producir rendimientos aceptables, siendo el contenido de agua en las hojas y los tejidos del vegetal el aspecto más importante.

Conclusiones.

A partir de los resultados obtenidos en el experimento se concluye:

1. Los niveles de humedad establecidos para los diferentes clones ocasionó diferencias significativas en las variables del crecimiento estudiadas, esencialmente la norma de riego de 150 m³.ha⁻¹ mostró valores en las variables similares a cuando se aplicó la norma técnica de 300 m³.ha⁻¹.
2. A los 90 días después de impuestos los tratamientos el clon Jagüey dulce presentó un mejor desarrollo entre los clones estudiados basado fundamentalmente en la producción de raíces comerciales y su masa seca.
3. Teniendo en cuenta los indicadores económicos evaluados se comprobó que la norma de riego empleada de 150 m³. ha⁻¹ fue la de mayor factibilidad, con valores de costo por peso de hasta \$ 15.33 obtenida en el clon Jagüey Dulce.

Bibliografía.

- Barroso, L. Crecimiento, desarrollo y relaciones hídricas de la Albahaca Blanca (*Ocimum basilicum* L.) en función del abastecimiento hídrico. [Tesis de Grado]. INCA, 2004, 111 p.
- Dell'Amico, J. Comportamiento de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) ante diferentes condiciones de abastecimiento hídrico al suelo. [Tesis de Grado], INCA, 1992, 168 p.
- Díaz Arjona, Nancy; Estrada Ballar Magalys. Influencias del ácido Giberélico y la cinetina en el cultivo del pepino) Cucumis Sativus. Lin) en condiciones de montañas. [Trabajo de Diploma]. FAM, CUG, 2001, 68p.
- Díaz, P; Borsani, O y Monza, J. Acumulación de prolina en plantas en respuesta al estrés osmótico. Agrociencia. 1999, vol 3, p. 1-10.
- Duran, Juana I. Normas de trabajo para las labores de rotura, gradeo y cultivo con tracción animal en condiciones edafoclimáticas del Valle de Guantánamo. [Tesis de Maestría] en

- opción al título de Master en Agroecología y Agricultura Sostenible. Guantánamo, 2002, 87p.
- Fernandez, R /et al/. Producto inoculante micorrizogeno. Patente No 22641, Cuba, 2001.
- Hernández, A, /et al/. Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana. Agrinfor. 1999, 64 p.
- Martínez, R. Necesidades de agua para el cultivo del Banano en los suelos Ferralíticos rojos de la región de Alquizar. [Tesis de grado], INCA, 1996, 120p.
- Polón, R, /et al/. La aplicación del estrés hídrico como alternativa para incrementar los rendimientos en el cultivo del arroz. Cultivos Tropicales, 1995, Vol. 16, p. 18-20.
- Polon, R. Edición digital el habanero en [http: // www. El Habanero. Cubaweb. Cu /](http://www.ElHabanero.Cubaweb.Cu/) 2003/ septiembre/ nro 201 01 sep/cienisepo41.htm.
- Salleo, S, /et al./ Xylem cavitation and hydraulic control of stomatal conductance in laurel (*Laurel nobilis* L.). Plant. Cell and Enviroment. 2000, 23 p. 71-79.
- Sánchez-Díaz, M y Aguirreolea J. Relaciones hídricas. En: Fisiología y Bioquímica Vegetal. New York. Interamericana. McGraw Hill. 2003, 49-90 p.

Fecha de recibido: 27 de jul. de 2007

Fecha de aprobado: 10 de sept. de 2007