

Cosecha, beneficio y conservación de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). I. Efecto de la poda de las plantas y tratamiento químico de las raíces sobre su deterioro

Harvest, benefit and conservation in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) crop. I. Effect of plant pruning and root chemical treatments on its deterioration

Maryluz FOLGUERAS MONTIEL , Sergio RODRÍGUEZ MORALES, Nilo MAZA ESTRADA y María OLIVA VALDÉS

Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Apartado 6, Santo Domingo, CP 53 000, Villa Clara, Cuba. Teléfono: 53 42 403102, 53 42 403103. E-mails: maryluz@inivit.cu, sergio@inivit.cu, nilo@inivit.cu, y olivam@inivit.cu  Autor para correspondencia

Recibido: 17/02/2012 Fin de arbitraje: 10/04/2012 Revisión recibida: 13/11/2012 Aceptado: 28/12/2012

RESUMEN

En el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT) de Cuba durante los años 2008-2011 fue llevado a cabo un estudio para determinar el efecto de la poda de las plantas de yuca en la deterioración de las raíces y determinar la efectividad del tratamiento químico con protectores sobre su deterioración microbiana. Se realizaron dos experimentos, en el 1 se plantó un lote de yuca con el clon 'CMC 40' a una distancia de plantación de 0,90 x 1,05 m, se efectuó la poda de las plantas 15 días antes de la cosecha. Los tratamientos estudiados fueron: plantas podadas entre 10-20 cm por encima de la superficie del suelo, entre 50-70 cm y plantas sin podar. En el experimento 2 el tratamiento de las raíces de yuca recién cosechadas fue realizado al clon 'Señorita', luego de ser desinfectadas (3 min) con hipoclorito de sodio a $2,5 \times 10^4$ ppm de i.a., se trataron con los fungicidas Zineb 75% PH ($1,5 \text{ g.L}^{-1}$) y Zineb 85% PH (3 g.L^{-1}), ambos por inmersión durante 3-5 min y se mantuvo un control sin tratamiento químico. Se obtuvo que la poda, ejerció influencia en el número de raíces por planta, el rendimiento y el contenido de materia seca y calidad culinaria, así como sobre el deterioro fisiológico de las raíces. Adicionalmente, el rebrote de las plantas podadas induce una disminución del efecto de la poda sobre el deterioro fisiológico de las raíces. El empleo de tratamientos con fungicidas permitió prevenir el deterioro microbiano de las raíces. En conclusión, la poda de las plantas de yuca causó el deterioro fisiológico de las raíces y el empleo de Zineb 85% PH previno el deterioro microbiano de las raíces en 75%.

Palabras clave: yuca, poda, post-cosecha, deterioro microbiano

ABSTRACT

A study was carried out at Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT) of Cuba during 2008 to 2011 to determine the effect of cassava plant pruning on root deterioration and to test the chemical treatment effectiveness with protectors on its microbial deterioration. Two experiments were carried out, in experiment 1, the clone 'CMC 40' was sowed at a planting distance of 0.90 x 1.05 m, the plant pruning was made 15 days before harvesting. The different treatments were: pruned plants between 10 and 20 cm above the soil, between 50 -70 cm and unpruned. In experiment 2, treatment of freshly harvested cassava roots was performed to clone 'Señorita', after being disinfected (3 min) with sodium hypochlorite at 2.5×10^4 ppm ai, they were treated with the fungicides Zineb 75 % PH (1.5 gL^{-1}) and 85% PH Zineb (3 gL^{-1}), both by immersion for 3-5 min, a control was maintained without chemical treatment. Pruning had no influence on root number per plant, yield and dry matter content and cooking quality, in addition, regrowth of cut plants induces a decrease of pruning effect on the physiological root deterioration. Fungicide treatments allowed prevent microbial root deterioration. In conclusion, the pruning of cassava caused the physiological deterioration of roots and the use of Zineb 85% PH prevented microbial spoilage of roots by 75%.

Key words: cassava, pruning, post-harvest, microbial deterioration

INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz), constituye la cuarta fuente de energía en la alimentación humana producida en el trópico. Su producción mundial se sitúa en alrededor de 152

millones de toneladas por año. La mitad de los 16 millones de hectáreas dedicadas al cultivo se encuentran en África, un 30% en Asia y el 20% restante en América Latina (Suárez y Hernández, 2008). Es un cultivo tropical de importancia y con tendencia a alcanzar mayor relevancia, debido a su

industrialización y al uso creciente en la alimentación humana y animal (Chaparro y Trujillo, 2003).

El problema principal por el cual no se pueden comercializar las raíces de yuca en zonas distantes al origen de producción es el deterioro poscosecha que sufren a no más de 48 horas de extraídas del suelo (Cenóz *et al.*, 2001). Este deterioro conocido como deterioro fisiológico poscosecha, provoca pérdidas económicas que van desde leves hasta moderadas. El mismo está asociado a factores como la variedad, los daños mecánicos que sufren durante la cosecha y las condiciones ambientales como la temperatura y la humedad relativa (Sotelo y Acevedo, 2009).

En las raíces se produce además, el deterioro microbiano, causado por microorganismos saprofitos o patógenos que utilizan los carbohidratos y demás nutrimentos de las raíces, los cuales están presentes en el suelo y penetran a las mismas fundamentalmente a través de heridas provocadas durante las cosechas. El ataque se caracteriza por una pudrición acuosa que muestra maceración de los tejidos de la raíz y fermentación. Se han planteado diferentes alternativas para prolongar el tiempo de perecibilidad de las raíces de yuca en fresco, ya sea implementando técnicas de conservación o infraestructura apropiada. Una de ellas es el lavado y la utilización de fungicidas para reducir la carga microbiana que producen las pudriciones y pérdidas en el material (Criollo *et al.*, 1996).

Otra práctica usada para prevenir el deterioro fisiológico es la poda de las plantas de 2-3 semanas antes de la cosecha, más aún si luego de aplicar esta alternativa no se permite el desarrollo de nuevos retoños antes de la cosecha (Lozano *et al.*, 1978).

Tomando en consideración la importancia de establecer una tecnología de cosecha y conservación de la yuca en Cuba, se propusieron como objetivos determinar el efecto de la poda de las plantas en la deterioración de las raíces y definir la efectividad del tratamiento químico con protectores de la deterioración microbiana de las raíces.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló durante los años 2008-2011 en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), situado a 22° 35' de latitud norte, 80° 13' de longitud oeste y a 44,56 msnm; se encuentra aproximadamente a 250 km de

La Habana y a 35 km de la cabecera provincial, en el municipio Santo Domingo, provincia Villa Clara. En esta localidad la temperatura media anual es de 24,3 °C, la humedad relativa de 80%, el régimen histórico anual de lluvias es de 1348,77 mm y el clima es templado húmedo de sabana.

En todos los experimentos realizados bajo condiciones de campo en el INIVIT, el suelo empleado fue pardo mullido medianamente lavado según la clasificación de la Academia de Ciencias de Cuba (Hernández *et al.*, 2005). La preparación del suelo, la fertilización y la fitotecnia empleada se realizó según el Instructivo Técnico de la Yuca (MINAG, 2007).

Experimento 1. Efecto de la poda de las plantas de yuca sobre la deterioración fisiológica de las raíces

Se plantó un lote de yuca con el clon 'CMC 40' a una distancia de plantación de 0,90 x 1,05 m. Se emplearon parcelas de 416,5 m², con 440 plantas. Se efectuó la poda de las plantas 15 días antes de la cosecha. Los tratamientos estudiados fueron:

- a) Plantas podadas entre 10- 20 cm por encima de la superficie del suelo
- b) Plantas podadas entre 50 -70 cm por encima de la superficie del suelo
- c) Plantas sin podar

Caracterización del material biológico empleado

El clon 'CMC-40' fue introducido de Colombia, posee plantas de 1,5-2,5 m de altura, con más de dos ramificaciones, de porte semierecto, tallos de color marrón oscuro, hojas con 5-7 lóbulos, follaje joven verde-rojizo, peciolo rojos, hojas adultas verdes, hojas jóvenes rosadas, lóbulos simples, peciolo inclinados hacia arriba, de forma irregular. Posee más de diez raíces por planta, de superficie rugosa y crecimiento oblícuo, sésiles, cónicas o cilíndricas, de color castaño oscuro la película externa, corteza rosada y pulpa blanca. Ciclo de cosecha corto, de 7-10 meses (INIVIT, 2004).

Evaluaciones

Las evaluaciones se efectuaron cada cinco días (durante un mes) a partir de efectuada la cosecha inicial (a los 10 meses de la plantación). Se evaluó el

número de raíces por planta, el rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$), el porcentaje de deterioro fisiológico de las raíces (estimando el porcentaje de área afectada por deterioro), el porcentaje de la materia seca (MS) y la calidad culinaria, para lo que se evaluaron 20 raíces por tratamiento. La materia seca se determinó por gravimetría, mediante secado en estufa a $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta peso constante. La calidad culinaria se evaluó tomando en consideración los aspectos: palatabilidad, presencia de fibras y dureza mediante un panel de evaluadores, quienes una vez cocinadas las raíces por 30 minutos probaron todos los tratamientos.

Procedimiento estadístico

El diseño estadístico utilizado fue completamente aleatorizado con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables expresadas en porcentaje: deterioro fisiológico y materia seca se sometieron a un análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) y posterior aplicación de Mann-Whitney para la comparación de las medias de rango ($p < 0,05$). Se aplicó además, análisis de varianza de clasificación doble (bifactorial: período de evaluación y tipo de poda) para evaluar las variables número de raíces por planta y rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$), para detectar diferencias entre medias se utilizó, la comparación múltiple de medias según Tukey, si existió homogeneidad de varianza y Dunnett'C en caso contrario (Barón y Téllez, 2012). Para la calidad culinaria no se realizó análisis estadístico, sólo se utilizó la información brindada por los evaluadores.

Experimento 2. Utilización de tratamientos con protectores de la deterioración microbiana de las raíces de la yuca

El tratamiento de las raíces de yuca recién cosechadas se realizó al clon 'Señorita', luego de ser desinfectadas (3 min) con hipoclorito de sodio a $2,5 \times 10^4$ ppm de ia. Para ello se utilizaron, del grupo de los carbamatos, los fungicidas Zineb 75% PH ($1,5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) y Zineb 85% PH ($3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$), ambos por inmersión durante 3-5 min y se mantuvo un control sin tratamiento químico. Las raíces se empacaron en cada caso en bolsas de papel a temperatura ambiente, empleando 20 raíces/tratamiento.

Caracterización del material biológico empleado

El clon 'Señorita' presenta tallo verde amarillo, con yemas de color amarillo-rosado, hojas

verdes con los nervios y peciolo ligeramente rosados en las adultas. En las hojas jóvenes los peciolo son rojos por la parte superior y verde-rojo por la parte inferior. Tiene porte erecto, no ramificado o poco ramificado. Tallo muy vigoroso y de entrenudos cortos. Raíces cortas y de color blanco, cada planta produce un promedio de 8-12, bastante superficiales, lo cual facilita la cosecha. El ciclo de cosecha es largo, más de 10 meses (INIVIT, 2004).

Evaluaciones

El porcentaje de la deterioración microbiana (estimando el porcentaje de área afectada por deterioro) se evaluó a los 5, 10, 15 y 20 días posteriores al tratamiento, para lo que se fraccionaron las raíces en trozos de aproximadamente 10 cm.

En cada evaluación se realizó un análisis microbiológico de las fracciones de raíces obtenidas, para lo que se sembraron porciones enfermas en medio Papa Dextrosa Agar. Se inocularon 48-72h a 28°C con el objetivo de determinar los géneros o las especies fúngicas presentes en cada tratamiento.

Se determinó el contenido de materia seca para cada tratamiento a los 20 días de efectuados los mismos, así como el porcentaje de pérdida de peso de la raíces producto del deterioro microbiano.

Procedimiento estadístico

El diseño estadístico utilizado fue de bloques al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones para el caso de las variables expresadas en porcentaje se siguió el mismo procedimiento del experimento 1: análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$ y $p < 0,01$) y posterior aplicación de Mann-Whitney para la comparación de las medias de rango ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1. Efecto de la poda de las plantas de yuca en la deterioración fisiológica de las raíces.

Para la variable número de raíces por planta del clon 'CMC-40' (Cuadro 1) se obtuvo que el período de evaluación (en su acción independiente del tipo de poda) de mayor aporte, fue a los 20 días (7,0 raíces), que fue significativo respecto a la media más baja para 15 días (6,0 raíces). El tipo de poda (en su acción independiente de los períodos de evaluación)

de mejor resultado fue la poda a 50-70cm (6,8 raíces.planta⁻¹), significativo respecto a los demás. La media más baja correspondió al tratamiento sin podar (6,3 raíces.planta⁻¹). En la interacción período de cosecha x tipo de poda se apreció que la combinación de '15 días-poda a los 50-70 cm' (7,8 raíces.planta⁻¹) fue la más alta, significativa respecto a la más baja para '15 días-sin podar' (4,9 raíces.planta⁻¹).

En el Cuadro 2 para la variable rendimiento, el período de evaluación (en su acción independiente) resultó estadísticamente igual en casi todas las variables. La media más alta correspondió a los 10 días después de la poda (31,03 t.ha⁻¹), significativa respecto a la media más baja cuando esta evaluación se efectuó en el momento de la cosecha (27,50 t.ha⁻¹). Con respecto al tipo de poda (en su acción independiente), con el tratamiento 'poda 10-20 cm' (31,05 t.ha⁻¹) se alcanzó el mayor aporte, significativo

además, respecto a la media más baja para 'poda 50-70 cm' (29,78 t.ha⁻¹). La interacción período de evolución X tipo de poda ofreció la media más elevada para la combinación de '25 días-poda 10-20 cm' (33,10 t.ha⁻¹) y el menor valor correspondió a 'cosecha-sin podar' (25,90 t.ha⁻¹).

Con la combinación '5 días-sin poda' (Cuadro 3) se alcanzó el menor porcentaje de deterioro fisiológico con 0,10%, significativo respecto a la combinación de más alto valor '25 días-poda 10-20 cm' (3,10%).

Según el Cuadro 4, el tipo de poda (independientemente del período de evaluación) ofrece el menor porcentaje de deterioro fisiológico con el tratamiento 'sin poda' (0,67%), significativo respecto a la media más alta cuando se realizó la poda a los 10-20cm (1,60%). En el Cuadro 5 muestra la

Cuadro 1. Número de raíces por planta de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) Clon 'CMC-40' en Santo Domingo, Villa Clara, Cuba.

Período de evaluación (días)	Tipo de poda			Promedio
	Poda 10-20cm	Poda 50-70cm	Sin Podar	
Cosecha	6,30 def	5,70 ef	6,80 bcde	6,26 bc
5	7,10 abc	6,40 cdef	5,20 fg	6,23 bc
10	7,00 bcd	6,70 bcde	6,40 cdef	6,70 ab
15	5,20 fg	7,80 a	4,90 g	5,96 c
20	6,80 bcde	6,70 bcde	7,40 ab	6,96 a
25	5,80 ef	6,70 bcde	7,30 ab	6,59 abc
30	6,10 de	7,40 ab	6,40 cdef	6,63 ab
Promedio	6,32 b	6,81 a	6,29 b	

Error Standard (ES) (Período de evaluación): $\pm 0,09^*$; ES (Tipo de poda): $\pm 0,15^*$ y ES (Interacción): $\pm 0,26^*$

* Significativo ($p < 0,05$). Coeficiente de variación = 8,01%. Promedios con letras desiguales dentro de una misma columna difieren estadísticamente ($p < 0,05$) de acuerdo a la prueba de Tukey

Cuadro 2. Rendimiento de raíces (t.ha⁻¹) de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) Clon 'CMC-40' en Santo Domingo, Villa Clara, Cuba.

Período de evaluación (días)	Tipo de poda			Promedio
	Poda 10-20cm	Poda 50-70cm	Sin Podar	
Cosecha	29,10 abcd	27,50 cd	25,90 d	27,50 b
5	30,70 abc	29,80 abcd	31,00 abc	30,50 a
10	32,40 ab	31,00 abc	29,70 abcd	31,03 a
15	28,90 abcd	33,00 a	30,00 abcd	30,63 a
20	31,80 abc	29,10 abcd	32,10 ab	31,00 a
25	33,10 a	28,30 bcd	30,10 abcd	30,76 a
30	31,40 abc	30,10 abcd	33,00 a	31,50 a
Promedio	31,05 a	29,78 b	30,40 ab	

Error Standard (ES) (Período de evaluación): $\pm 0,31^*$; ES (Tipo de poda): $\pm 0,47^*$ y ES (Interacción): $\pm 0,82^*$

* Significativo ($p < 0,05$). Coeficiente de variación = 5,41%. Promedios con letras desiguales dentro de una misma columna difieren estadísticamente ($p < 0,05$) de acuerdo a la prueba de Tukey

media más alta en el porcentaje de deterioro fisiológico para el período evaluativo (independientemente del tipo de poda) ‘30 días’ (2,23%), significativo respecto al tratamiento que mostró el menor deterioro ‘5 días’ (0,40%).

Cuadro 3. Deterioro fisiológico (%) de las raíces de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) Clon ‘CMC-40’ en Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. Valor de KW = 74,42**

Tratamientos	Deterioro fisiológico (%)	Promedio de rango
Cosecha-Poda 10-20cm	0,40	13,00 ab
Cosecha-Poda 50-70cm	0,50	21,62 abc
Cosecha-Sin poda	0,40	13,50 ab
5 días-Poda 10-20cm	0,50	22,25 abc
5 días-Poda 50-70cm	0,30	13,00 ab
5 días-Sin poda	0,10	4,00 a
10 días-Poda 10-20cm	1,10	56,75 abc
10 días-Poda 50-70cm	0,90	44,37 abc
10 días-Sin poda	0,90	44,00 abc
15 días-Poda 10-20cm	1,10	49,00 abc
15 días-Poda 50-70cm	0,90	44,25 abc
15 días-Sin poda	0,70	32,12 abc
20 días-Poda 10-20cm	2,10	65,25 abc
20 días-Poda 50-70cm	1,50	55,00 abc
20 días-Sin poda	0,50	20,87 abc
25 días-Poda 10-20cm	3,10	77,75 c
25 días-Poda 50-70cm	2,70	72,50 bc
25 días-Sin poda	0,90	45,12 abc
30 días-Poda 10-20cm	2,90	77,75 c
30 días-Poda 50-70cm	2,90	78,00 c
30 días-Sin poda	0,90	42,37 abc

KW = Análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis (p < 0,05). Promedios con letras desiguales difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de promedios de rangos de Mann-Whitney (p < 0,05)

Cuadro 4. Deterioro fisiológico (%) de las raíces de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) Clon ‘CMC-40’ en Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. Valor de KW = 12,18**

Tipos de poda	Deterioro fisiológico (%)	Promedio de rango
Poda 10-20cm	1,60	52,50 b
Poda 50-70cm	1,33	44,80 ab
Sin poda	0,67	30,10 a

KW = Análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis (p < 0,05). Promedios con letras desiguales difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de promedios de rangos de Mann-Whitney (p < 0,05)

En el Cuadro 6 se observa el porcentaje de materia seca de las combinaciones período de evaluación x tipo de poda alcanzó su media más alta

Cuadro 5. Deterioro fisiológico (%) de las raíces de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) Clon ‘CMC-40’ en Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. Valor de KW = 53,95**

Períodos de evaluación (días)	Deterioro fisiológico (%)	Promedio de rango
Cosecha	0,43	16,00 ab
5	0,40	13,10 a
10	0,96	45,04 bc
15	0,90	43,80 bc
20	1,36	48,37 c
25	2,11	65,10 c
30	2,23	66,00 c

KW = Análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis (p < 0,05). Promedios con letras desiguales difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de promedios de rangos de Mann-Whitney (p < 0,05)

Cuadro 6. Materia seca (%) de las raíces de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) Clon ‘CMC-40’ en Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. Valor de KW = 47,18**

Tratamientos	Materia seca (%)	Promedio de rango
Cosecha-Poda 10-20cm	32,10	37,80 abc
Cosecha-Poda 50-70cm	35,20	76,30 a
Cosecha-Sin poda	32,10	38,10 abc
5 días-Poda 10-20cm	34,20	69,0 ab
5 días-Poda 50-70cm	32,20	38,90 abc
5 días-Sin poda	33,60	58,60 abc
10 días-Poda 10-20cm	33,20	47,40 abc
10 días-Poda 50-70cm	32,40	42,00 abc
10 días-Sin poda	33,10	54,10 abc
15 días-Poda 10-20cm	31,20	17,50 bc
15 días-Poda 50-70cm	34,30	71,50 ab
15 días-Sin poda	33,00	52,10 abc
20 días-Poda 10-20cm	32,40	40,30 abc
20 días-Poda 50-70cm	31,50	24,80 abc
20 días-Sin poda	30,10	13,60 c
25 días-Poda 10-20cm	30,90	13,10 c
25 días-Poda 50-70cm	34,10	66,90 ab
25 días-Sin poda	32,20	38,10 abc
30 días-Poda 10-20cm	33,10	44,90 abc
30 días-Poda 50-70cm	32,30	37,40 abc
30 días-Sin poda	31,40	23,30 bc

KW = Análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis (p < 0,05). Promedios con letras desiguales difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de promedios de rangos de Mann-Whitney (p < 0,05)

con el tratamiento 'cosecha-poda 50-70cm' (35,20%), significativa respecto a la media más baja para la combinación de '20 días-sin poda' (30,10%). El factor tipo de poda (en su acción independiente) mostró diferencias debidas al azar, la media más alta correspondió a 'poda 50-70cm' (33,12%) sin diferencias con el resto, mientras que la media más baja fue para 'sin poda' (32,16%) (Cuadro 7). Para los períodos de cosecha (en su acción independiente) (Cuadro 8) tampoco se detectaron diferencias estadísticas, la media más alta correspondió al tratamiento '5 días' (33,33%) y la más baja para '20 días' (31,33%).

En esta experiencia se produjo el rebrote de las yemas de las plantas cortadas, presentando síntomas similares a los de la deterioración fisiológica: estriado vascular que provoca una coloración de color marrón claro a oscuro en forma de anillo alrededor de la parte más externa de la corteza. Este tipo de deterioro se desarrolla como una pudrición seca, síntomas que coinciden con los reportados por Sánchez y Alonso (2002).

En este experimento a medida que transcurría el tiempo entre la poda y la cosecha, los porcentajes de deterioro fisiológico eran superiores en las plantas podadas que en las plantas sin podar. Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Lozano *et al.* (1978) para quienes la deterioración fisiológica se puede prevenir mediante la poda de las plantas dos o tres semanas antes de la cosecha.

Esto puede ser producto de que en el estudio desarrollado por los autores anteriores se eliminaron los rebrotes de las yemas, pues aluden a que si se hace la poda y se produce el desarrollo de nuevos retoños antes de la cosecha, disminuye su efecto sobre la deterioración fisiológica, lo que indica que las hojas engendran alguna sustancia que se trasloca a las raíces e induce este tipo de deterioro. Por lo que sería factible teniendo en cuenta ambos resultados, realizar la poda de las plantas e impedir el rebrote de las yemas, para prevenir el deterioro fisiológico de las raíces.

Resultados similares han sido reportados por algunos productores que realizan una labor de poda, cortando la planta a 10 o 15cm del suelo, después de que esta haya cumplido el primer ciclo de desarrollo (entre ocho y diez meses) (Rivas *et al.*, 2002). Sin embargo, según Burgos *et al.* (2005) la poda aérea de plantas de yuca 34 días antes de la cosecha favoreció un mayor rendimiento de raíces (g.planta⁻¹). Si bien

provocó una merma del porcentaje de materia seca, ello no produjo disminución en el tenor de almidón, por otro lado, la cosecha 24 días después de podar retardó el inicio del deterioro y el almacenamiento en bolsas de polietileno reforzó este efecto positivo.

En relación a la evaluación de la calidad culinaria, se obtuvieron buenos resultados excepto en los tratamientos donde se efectuó la poda a los 10-20 cm y se evaluó a los 15, 20 y 25 días en que fue regular (Cuadro 9), pues tuvo problemas de dureza después del tiempo de cocción.

Experimento 2. Utilización de tratamientos con protectores de la deterioración microbiana de las raíces de la yuca

En el Cuadro 10 se muestran los géneros y/o especies fúngicas aisladas e identificadas de las muestras de raíces analizadas, las cuales se corresponden con las reportadas en Cuba por Arnold (1986).

Cuadro 7. Materia seca (%) de las raíces de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) Clon 'CMC-40' en Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. Valor de KW = 4,61 ns

Tipos de poda	Materia seca (%)	Promedio de rango
Poda 10-20cm	32,44	39,00 a
Poda 50-70cm	33,12	50,40 a
Sin poda	32,16	38,00 a

KW = Análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis ($p > 0,05$). Promedios con letras iguales son estadísticamente similares de acuerdo a la prueba de promedios de rangos de Mann-Whitney ($p > 0,05$)

Cuadro 8. Materia seca (%) de las raíces de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) Clon 'CMC-40' en Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. Valor de KW = 11,52 ns

Tipos de poda	Materia seca (%)	Promedio de rango
Cosecha	33,13	51,10 a
5	33,33	55,10 a
10	32,90	42,70 a
15	32,83	47,00 a
20	31,33	26,20 a
25	32,22	39,40 a
30	32,26	36,00 a

KW = Análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis ($p > 0,05$). Promedios con letras iguales son estadísticamente similares de acuerdo a la prueba de promedios de rangos de Mann-Whitney ($p > 0,05$)

En el porcentaje de deterioración microbiana (Cuadro 11) se apreció que con el tratamiento de Zineb 85% PH se lograron los valores más bajos en esta variable, a los 5 días existía 20% de deterioro; 21,20% a los 10 días; 23,90% a los 15 días y 25% a los 20 días de realizado el tratamiento, todo esto significativo respecto al control (75% a los 5 días; 90% a los 10 días y 100% a los 15 y 20 días).

Este tipo de deterioración producto de la actividad microbiana es un fenómeno separado, distinto de la deterioración fisiológica y los síntomas

Cuadro 9. Calidad culinaria de raíces de plantas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) Clon 'CMC-40' en Santo Domingo, Villa Clara, Cuba.

Período de evaluación (días)	Tipo de poda		
	Poda 10-20cm	Poda 50-70cm	Sin Podar
Cosecha	Buena	Buena	Buena
5	Buena	Buena	Buena
10	Buena	Buena	Buena
15	Regular	Buena	Buena
20	Regular	Buena	Buena
25	Regular	Buena	Buena
30	Buena	Buena	Buena

La calidad culinaria se evaluó de acuerdo a la palatabilidad, presencia de fibras y dureza

Cuadro 10. Relación de géneros y/o especies fúngicas identificadas en las raíces de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) Clon 'Señorita' en Santo Domingo, Villa Clara, Cuba.

Clase	Orden	Familia	Género y/o especie
Deuteromycetes	Moniliales	Tuberculariaceae	<i>Fusarium</i> sp.
Deuteromycetes	Sphaeropsidales	Sphaeropsidaceae	<i>Stagonospora cassavae</i>
Deuteromycetes	Agonomycetales	Agonomycetaceae	<i>Sclerotium</i> sp.
Ascomycetes	Sphaeriales	Sphaeriaceae	<i>Rosellinia bunodes</i>
Zygomycetes	Mucorales	Mucoroceae	<i>Rhizopus</i> sp.
Oomycetes	Peronosporales	Pythiaceae	<i>Phytophthora</i> sp.

Cuadro 11. Deterioro microbiano (%) de las raíces almacenadas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) Clon 'Señorita' en Santo Domingo, Villa Clara, Cuba.

Tratamientos	Tiempo de almacenamiento (días)							
	5		10		15		20	
	Deterioro (%)	Promedio de rango	Deterioro (%)	Promedio de rango	Deterioro (%)	Promedio de rango	Deterioro (%)	Promedio de rango
Testigo	75,00	10,5 b	90,00	10,5 b	100,00	10,5 b	100,00	10,5 b
Zineb 75% PH	29,50	6,50 ab	33,33	6,50 ab	35,00	5,80 ab	40,00	6,50 ab
Zineb 85% PH	20,00	2,50 a	21,20	2,50 a	23,90	3,30 a	25,00	2,5 a
KW	9,84**		9,84**		8,64*		10,20**	

KW = Análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Promedios con letras desiguales difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de promedios de rangos de Mann-Whitney ($p < 0,05$)

son completamente diferentes porque se produce la degradación del tejido de la raíz.

El contenido de materia seca y las pérdidas de peso de las raíces almacenadas (Cuadro 12) ofrecen que con el control se obtuvo el mayor valor en ambas evaluaciones (32,19 y 100%, respectivamente y significativo respecto a la media más baja para Zineb 85% PH con 30,08 y 52,90%, respectivamente).

Aunque los fungicidas empleados no lograron prevenir totalmente la infección, se apreció que con este tratamiento se puede limitar cuatro veces la

Cuadro 12. Materia seca (MS) (%) y pérdida de peso por deterioro microbiano (PPDM) (%) de las raíces almacenadas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) Clon 'Señorita' en Santo Domingo, Villa Clara, Cuba.

Tratamientos	MS (%)	PR	PPDM (%)	PR
Testigo	32,19	10,50 a	100,00	10,50 b
Zineb 75% PH	30,55	6,50 ab	67,00	6,50 ab
Zineb 85% PH	30,08	3,50 b	52,90	2,50 a
KW	8,02*		10,20**	

PR = Promedios de rango y KW = Análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Promedios con letras desiguales difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de promedios de rangos de Mann-Whitney ($p < 0,05$)

misma, aunque se reporta por Lozano *et al.* (1978) que los mejores resultados se logran con la inmersión de las raíces en soluciones con fungicidas de amplio espectro, tales como el Manzate. También Criollo *et al.* (1996) reportan el uso de Mertect al 0,4 % para evitar el deterioro post cosecha debido a problemas microbianos, este es un fungicida no sistemático a base de thiabendazol. Resultados similares fueron reportados en ambos aspectos (contenido de materia seca y pérdida de peso de las raíces) por Criollo *et al.* (1996), quienes aseguran además, que la inmersión aporta agua que posiblemente es retenida en el tejido suberoso de la corteza de la raíz, formando parte de ella y es liberada después.

Esta práctica puede ser particularmente útil al tratarse de una raíz que por su origen, tiene una alta carga microbiana inicial, que actúa como inóculo de la contaminación interna durante el almacenamiento y la comercialización (Criollo *et al.*, 1996).

CONCLUSIONES

1. La poda de las plantas de yuca causó el deterioro fisiológico de las raíces.
2. El empleo de tratamientos con fungicidas como el Zineb 85% PH permite prevenir el deterioro microbiano de las raíces en 75%.

LITERATURA CITADA

Arnold, G. W. 1986. Los hongos fitopatógenos de Cuba. Editorial Ciencia y Técnica. 21 p.

Barón, L. F. J y M. F. Téllez. 2012. Apuntes de bioestadística. Disponible en: www.bioestadistica.uma.es/baron/apuntes/ficheros/capo5.pdf. Consultado octubre 2012.

Burgos, A. M.; P. J. Cenóz y A. E. López. 2005. Efecto de las podas y del sistema de almacenamiento sobre factores de calidad de raíces de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, Corrientes, Argentina. 4 p.

Cenóz P. J.; A. López y Á. M. Burgos. 2001. Factores ambientales que regulan el deterioro poscosecha en mandioca. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/cyt/2001/5-Agrarias/A-011.pdf>. Consultado octubre, 2009.

Chaparro, E. I. y G. Trujillo. 2003. Enfermedades virales en el cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en algunos estados de Venezuela. Rev. Fac. Agron 20: 461-467.

Criollo, L. C.; E. Pérez y C. A. German. 1996. Conservación de yuca *Manihot esculenta* Crantz fresca. Informe Final ante la Red de Desarrollo Agroindustrial del Ecuador (REDAR). IICA, Ecuador, 100 p.

Hernández A.; M. O. Ascanio; D. M. Morales y R. A. Cabrera. 2005. Correlación de la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba con las clasificaciones internacionales y nacionales: una herramienta útil para la investigación, docencia y producción agropecuaria. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INCA). Disponible en: <http://www.rutas.ucf.edu.cu>. Consultado abril, 2008.

Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). 2004. Instructivo técnico del cultivo de la yuca. Ministerio de la Agricultura. Cuba 13 p.

Lozano, J. C.; J. H. Cock y J. Castaño. 1978. Nuevos avances en el almacenamiento de yuca. Revista Fitopatología Colombiana 7 (1): 2-14.

Ministerio de la Agricultura (MINAG). 2007. Instructivo técnico del cultivo de la yuca. La Habana, Biblioteca ACTAF. p. 14-15.

Rivas, K.; C. Sarmiento y C. Solís. 2002. Proyecto de exportación de yuca producida y procesada en el Cantón Bolívar provincia de Manabí. Escuela Superior y Técnica del Litoral. Instituto de Ciencias Humanísticas y Económicas. Ecuador, 144 p.

Sánchez, T. y L. Alonso. 2002. Conservación y acondicionamiento de las raíces frescas en la yuca en el Tercer Milenio: Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización. B. Ospina y H. Ceballos (Eds.). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Capítulo 27. p. 503-526.

Sotelo R. y G. Acevedo, 2009. Conservación de las raíces frescas de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) aplicándole el proceso de parafinado. Revista Científica Nexo 21 (2): 48-53.

Suárez, L. y M. M. Hernández. 2008. Efecto de una mezcla de oligogalacturonidos en la propagación *in vitro* de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz), var. CMC-40. Cultivos Tropicales 9 (23): 47-52.