

## Densidad de siembra y control de malezas en el cultivo de la yuca (*Manihot esculanta* Crantz) en siembra directa bajo las condiciones de la planicie de Maracaibo<sup>1</sup>

Planting density and weed control on cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in no tillage system, under conditions of Maracaibo plateau

J. Báez<sup>2</sup>, R. Antequera<sup>2</sup>, J. Ramos<sup>2</sup>, W. Gutierrez<sup>2</sup> y C. Medrano<sup>2</sup>

### Resumen

Este trabajo se realizó en la granja Ana María Campos, ubicada en el municipio San Francisco del estado Zulia, en el período octubre 1994 - abril 1995. El objetivo fue comparar el efecto de diferentes densidades de siembra y distintas técnicas de control de malezas en el cultivo de la yuca (variedad tempranita) bajo el sistema de siembra directa. El diseño estadístico utilizado fue un factorial 3 x 6, en parcelas divididas con cinco repeticiones. Se evaluaron tres densidades de siembra: 10.000, 12.500 y 15.625 plantas/ha y seis tratamientos, fluazifop-butil 240 g i.a./ha, fluazifop-butil 240 g i.a./ha; glifosato 83,3 g i.a./ha; fluometuron 1 kg i.a./ha. + paraquat 400 g i.a./ha; fomesafen 187,5 g i.a./ha + fluazitop-butil 180 g i.a./ha, todos ellos en aplicación post-emergentes a la maleza; limpia a machete (15, 30, 60 y 120 días) y el testigo absoluto. El análisis estadístico no determinó diferencias significativas para las variables, número y peso de raíces por planta, peso de raíces por hectárea y porcentaje de control de malezas (30 y 60 días) con respecto al factor densidad de siembra, aunque para este factor mostró diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) con respecto a la variable control de malezas a los 120 días. Para el factor control de malezas se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para todas las variables en estudio. El tratamiento fomesafen + fluazitop-butil obtuvo el mayor rendimiento, 1.616,2 kg de raíces por hectárea.

**Palabras claves:** *Manihot esculenta*, control de malezas, sistema de siembra y siembra directa.

Recibido el 15-07-1997 ● Aceptado el 27-05-1998

1. Proyecto N° 0363-97 financiado por CONDES - LUZ.

2. Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia, Apartado 526, Maracaibo 4005, Zulia, Venezuela. Telefax: (061) 596183.

## Abstract

This experiment was carried out during the period from October 1994 to April 1995 at the Experimental farm "Ana Maria Campos", located in San Francisco municipality of Zulia State. The objective of this study was to compare different plant densities and distinct weed control technique effects on cassava (early cultivar) in no tillage system. The experimental design was factorial 3 x 6 in split plots with five replications. Three plant densities: 10.000, 12.000, and 15.625 plants per hectare, and six treatments were evaluated: fluazifop-butyl 240 g i.a/ha, glifosato 83,6 g i.a/ha. ; fluometuron 1 kg i.a/ha. + paraquat 400 g i.a/ha; fomesafen 187,5 g i.a/ha + fluazifot-butyl 180 g i.a/ha; all of them in post-emergency applications; hand weeding with knife (15, 30, 60 and 120 days), and the control. The statistical analysis shows significant differences for the variable number and weight of roots per plants, weight of roots per hectare and weed control percentage (30 and 60 days) with respect to plant densities, but it showed highly significant differences ( $P < 0.01$ ) for plant density variable weed control at 120 days. Weed control showed significant differences for all the variable in the study. The treatment fomesafen + fluazifop-butyl obtained the highest yield, 17616.2 kg of roots per hectare.

**Key Words:** *Manihot esculenta*, weed control, sowing system, no tillage system.

## Introducción

En las últimas décadas en Venezuela, ha aumentado el problema de la erosión del suelo en zonas agrícolas expuestas a la acción hídrica y eólica, provocando numerosas transformaciones, que incluyen cambios en los métodos de cultivos e inclusive, el abandono del campo (2, 6, 11, 15).

La planicie de Maracaibo por presentar suelos predominantemente arenosos y donde para su preparación se dan hasta tres pases de rastra, no escapa a esta situación. Sin embargo, no se presta atención a esta problemática que en poco tiempo podría ocasionar las pérdidas de estos suelos, más aun, si se toma en cuenta la presencia de un horizonte argílico superficial (2).

El cultivo de la yuca se adapta

muy bien al tipo de suelo presente en la planicie, pero su explotación podría verse afectada debido al laboreo de estos suelos, que afecta negativamente en la producción de raíces (2). La problemática de este cultivo no se detiene allí, como problemas adicionales está la falta de una tecnología adecuada por parte de los agricultores lo que origina costos de producción elevados. Un ejemplo de esto, lo representa el control de malezas, el cual es realizado en su mayoría en forma manual (4, 7, 14).

La infestación por malezas por períodos mayores a los 15 días después de la brotación de las estacas de yuca, causa disminuciones drásticas en los rendimientos (7). Quiñones, *et al.* (8), evaluando la eficacia de varios

herbicidas en el cultivo de la yuca señalan al fluometuron 2,56 kg i.a./ha como el mejor tratamiento con un rendimiento de raíces de 39587 kg/ha. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por otros investigadores (3, 4, 9, 10), quienes recomiendan al fluometuron solo o en mezclas con metolacoloro o el alaoloro para el control de malezas en yuca.

Cáceres (5) encontró los mejores beneficios económicos con densidades entre 10.000 y 15.000 plantas/ha según el tipo de suelo. Sin embargo, Santí (13) determinó que altas densidades de siembras no aumentan

los rendimientos del cultivo y que al sobrepasar las 20.000 plantas/ha existe más bien una reducción significativa en el número de raíces cosechadas por parcelas, aunque las altas densidades favorecen el control de las malezas, al ejercer el cultivo una mejor competencia contra aquellas.

Como un aporte a esta problemática, se presenta este trabajo cuyos objetivos fueron determinar las técnicas de control de malezas más eficientes bajo el sistema de siembra directa; así como también determinar la densidad de siembra más apropiada.

## Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo durante el período octubre 1994 a abril de 1995, en la granja experimental "Ana María Campos", de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia. La zona ecológicamente se caracteriza por su baja precipitación, 400 - 500 mm pluviales con una distribución bimodal con tendencia a llover a finales del año. La altura sobre el nivel del mar es de 30 m, y la temperatura promedio anual de la zona es de 28°C, con una humedad relativa alrededor del 76 %, con vientos de velocidad promedio de 9 Km/h, que ingresan a la cuenca del lago de Maracaibo desde el noreste.

El pH del suelo es de 5 a 5,6 y la vegetación natural de la zona es predominantemente xerofítica, clasificada según las zonas de vida de Holdridge como bosque muy seco tropical. El suelo es un aridisol, familia franco fino que presenta un horizonte argílico subsuperficial. Para el acondicionamiento del terreno, se

efectuó un pase de segadora rotativa, el riego utilizado fue el de aspersión. Cuando se originó el rebrote de las malezas, se procedió a la siembra de las parcelas. Inmediatamente se realizó la aplicación de los diferentes tratamientos. Las semillas seleccionadas fueron esquejes de unos 20 a 25 cm de longitud, biselado en la parte inferior. Los esquejes fueron desinfectados con una mezcla de Lannate 0,5% y Manzate 1,0%, sumergiéndose las estacas durante un min en la mezcla. El método de siembra consistió en colocar las estacas en los hoyos en forma inclinada.

La fertilización se realizó al momento de la siembra a razón de 300 kg/ha de fórmula 12-24-12, el método de aplicación fue el de puntos, dos puntos por planta.

Para el tratamiento limpia a machete se realizaron cuatro deshierbes a los 15, 30, 60 y 120 días

después de la siembra.

La cosecha se realizó en forma manual a los seis meses de edad del cultivo.

Los factores de estudio fueron:

a) Densidad de Siembra: se evaluaron en tres niveles:

D1 = 10.000 plantas/ha, distribuidos a 1 m entre hileras y 1m entre plantas.

D2 = 12.500 plantas/ha, distribuidas 1 m entre hileras y 0,8 m entre plantas.

D3 = 15.625 plantas/ha, distribuidas 0,8 m entre hileras y 0,8 m entre plantas.

b) Control de malezas: dentro de cada densidad de siembra se evaluaron 5 técnicas de control, más un testigo sin control:

Fluazifop-butyl 240 g i.a/ha, aplicación post-emergente a la maleza.

Glifosato 83,6 g i.a/ha, aplicación post-emergente a la maleza.

Fluometuron 1 kg i.a/ha + paraquat 400 g i.a/ha, aplicación en post-emergencia a la maleza.

Fomesafen 187,5 g i.a/ha + fluazifop-butyl 180 g i.a/ha, aplicación post-emergente a la maleza.

Limpia a machete, cuatro limpias.

Testigo absoluto.

El diseño experimental utilizado fue un factorial (3x6) en parcelas divididas con cinco repeticiones. La densidad de siembra ocupó la parcela principal y los tratamientos para el control de las malezas, las secundarias.

La unidad experimental quedó constituida por una parcela de tres

hilos de 7 m de longitud y con dos diferentes distancias entre hilos que fueron de 1 m para D1 y D2 y 0,8 m para D3. Considerándose como efectivo el hilo central dejando 1 m de bordura a ambos extremos.

a) Componentes del rendimiento:

Número de raíces por planta.

Peso de raíces por planta (kg).

Rendimiento de raíces (kg/ha).

b) Control de Malezas:

La evaluación del control de malezas se hizo a los 30, 60 y 120 días mediante el cuadrado de inventario, el cual consistió en cosechar, contar y pesar las malezas presentes en un m<sup>2</sup> del área del hilo central. Se determinó:

Porcentaje de control en base al número de malezas totales/m<sup>2</sup> a los 30 días.

Porcentaje de control en base al peso de malezas totales/m<sup>2</sup> a los 60 y 120 días.

Los porcentajes de control se determinaron a través de la ecuación:

$$\% \text{ Control} = \left[ \frac{\text{Malezas del testigo} - \text{Malezas del tratamiento}}{\text{Malezas del testigo}} \right] \times 100$$

Los resultados obtenidos fueron comparados por la metodología recomendada por ALAM (1), que a continuación se señala:

#### Indice (%) Control

0 - 40	Ninguno o pobre
41 - 60	Regular
61 - 70	Suficiente
71 - 80	Bueno
81 - 90	Muy bueno
91 - 100	Excelente

## Resultados y discusión

No se encontraron diferencias significativas para el factor densidad de siembra pero sí para el factor técnicas de control. La prueba de medias (cuadro 1) presenta al tratamiento de fluometuron + paraquat con el mayor valor (5,29 raíces/planta) no existiendo diferencias significativas entre este tratamiento y los tratamientos fomesafen + fluazifop-butil y glifosato. Los resultados concuerdan con los señalados por Cáceres (5) y Santi (13).

**Peso de raíces por planta.** El análisis estadístico no mostró diferencias significativas para la densidad de siembra, pero sí para el factor técnicas de control. El cuadro 2 muestra a los herbicidas fomesafen + fluazifop-butil, fluometuron + paraquat y glifosato con los mayores rendimientos. Tratamientos que controlaron efectivamente las malezas lo que influyó en el rendimiento (12, 14).

**Rendimiento de raíces por hectárea.** El análisis de la varianza no presentó diferencias significativas

para esta variable con respecto al factor densidad de siembra. Sin embargo, entre la densidad que produjo el mayor rendimiento 16234,5 kg/ha (15625 plantas/ha) y la que produjo el menor rendimiento 11047,8 kg/ha (10000 plantas/ha) la diferencia de rendimiento es de 5186,7 kg de raíces/ha (cuadro 3). Las técnicas de control afectaron significativamente el rendimiento de las raíces. En el cuadro 4 se muestra la prueba de medias donde la mezcla de los herbicidas fomesafen + fluazifop-butil presenta el mayor rendimiento pero sin presentar diferencias significativas con respecto a fluometuron + paraquat y el glifosato. El menor rendimientos se obtuvo con la limpia a machete. Rodríguez (10) igualmente menciona las ventajas del control químico de maleza en relación al método mecánico.

**Porcentaje de control a los 30 días.** El análisis de la varianza muestra que existen diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre los tratamientos evaluados para el factor técnicas de control, no así, para el fac-

**Cuadro 1. Efecto de los tratamientos de control de malezas en yuca sobre el número de raíces por planta.**

Tratamientos de control de malezas	Numero de raíces
Fluometuron + paraquat	2,34 <sup>a</sup>
Fomesafen + fluazifop-butil	5,29 <sup>a</sup>
Fluazifop-butil	4,26 <sup>b</sup>
Glifosato	4,27 <sup>b</sup>
Limpia a machete	3,42 <sup>b</sup>
Testigo	0,00 <sup>c</sup>

\*Tratamientos seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (LSMEANS 5%).

**Cuadro 2. Efecto de los tratamientos de control de malezas en yuca sobre el peso de raíces.**

Tratamientos de control de malezas	Peso de raíces (kg/ha)
Fomesafen + fluazifop-butil	1,40 <sup>a</sup> *
Fluometuron + paraquat	1,50 <sup>b</sup>
Glifosato	1,60 <sup>b</sup>
Fluazifop-butil	0,85 <sup>b</sup>
Limpia a machete	0,86 <sup>b</sup>
Testigo	0,00 <sup>c</sup>

\*Tratamientos seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (LSMEAN 5%).

tor densidad de siembra ni para la interacción de este con el de técnicas de control. La prueba de medias (cuadro 5) presenta los tratamientos glifosato, fluometuron + paraquat y flomesafen + fluazifop-butil con el mayor porcentaje de control, no existiendo diferencias estadísticas entre ellas. El tratamiento limpio o machete produjo el menor porcentaje de control.

**Porcentaje de control a los 60 días.** Mantiene el mismo comportamiento que la evaluación realizada a los 30 días (cuadro 5) no encontrándose diferencias significativas para la densidad de siembra pero sí para las técnicas de control y la interacción entre ambos factores (cuadro 6) lo cual es debido a la

diferenciación de las densidades con respecto al sombreado de malezas para esa época. El cuadro 6 presenta el efecto de la interacción densidad por tratamiento de control de malezas sobre el porcentaje de control de malezas y en donde se observa que los mejores resultados se logran con la combinación de la densidad de 15625 planta/ha y los tratamientos fomesafen + fluazifop-butil, glifosato y fluometuron + paraquat.

**Porcentaje de control a los 120 días.** Se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para el factor densidad de siembra y significativa ( $P < 0,05$ ) para los tratamientos (técnicas de control). No determinándose diferencias significativas para la interacción en-

**Cuadro 3. Efecto de la densidad sobre el rendimiento de la yuca.**

Densidad (Plantas/ha)	Rendimientos (kg/ha)
15625	16234,5*
12500	13427,1
10000	11047,8

\*Valores promedios

**Cuadro 4. Efecto de los tratamientos de control de malezas sobre el rendimiento de la yuca.**

Técnicas de control	Rendimiento (kg/ha)
Fomesafen + fluazifop-butil	17616,2 <sup>a*</sup>
Fluometuron + paraquat	16912,5 <sup>a</sup>
Glifosato	13868,9 <sup>ab</sup>
Fluazifop-butil	10791,9 <sup>b</sup>
Limpia a machete	7790,4 <sup>b</sup>
Testigo	0,0 <sup>c</sup>

\*Tratamientos seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (LSMEAN 5%)

tre ambos factores.

La prueba de medias para el factor técnicas de control (cuadro 5) muestra al tratamiento fomesafen + fluazifop-butil con el mayor control. Sin embargo, no hay diferencias con los tratamientos glifosato, fluometuron + paraquat y fluazifop-butil. Estos herbicidas realizaron un buen control de las malezas. El cuadro 7 muestra el efecto de la densidad de siembra sobre el porcentaje de control de malezas, notándose un mejor control

o supresión de las malezas, para la densidad de 15.625 plantas/ha aunque sin diferencia significativa para la densidad de 12.500 plantas/ha. La densidad de 10.000 plantas/ha presentó un deficiente control de malezas (1).

Estos resultados están en concordancia con los reportados por Cáceres (5), en relación al efecto de las altas densidades y la competencia por malezas.

**Comparación económica.** Al realizar la comparación económica de

**Cuadro 5. Porcentaje de control de malezas en base a número de malezas (30 días) y en base peso seco de malezas (60 y 120 días) de los diferentes tratamientos de control de malezas en yuca.**

Tratamientos	% de control de malezas		
	30 días	60 días	120 días
Glifosato	69,9 <sup>a*</sup>	59,0 <sup>a*</sup>	74,5 <sup>a*</sup>
Fluometuron + paraquat	66,4 <sup>a</sup>	58,3 <sup>a</sup>	74,6 <sup>a</sup>
Fomesafen + fluazifop-butil	64,8 <sup>ab</sup>	55,7 <sup>ab</sup>	83,3 <sup>a</sup>
Fluazifop-butil	42,1 <sup>b</sup>	20,3 <sup>b</sup>	74,1 <sup>a</sup>
Limpia a machete	26,6 <sup>b</sup>	15,3 <sup>b</sup>	61,7 <sup>b</sup>
Testigo	0,0 <sup>c</sup>	0,0 <sup>c</sup>	0,0 <sup>c</sup>

\*Para cada fecha de evaluación tratamientos seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (LSMEAN 5%).

**Cuadro 6. Efecto de la interacción densidad por tratamiento de control de malezas en yuca sobre el porcentaje de control de malezas en base a peso seco de malezas/m<sup>2</sup> a los 60 días.**

Densidad (Plantas/ha)	Tratamientos de control	Control de Malezas (%)
15625	Fomesafen + fluazifop-butil	76,7 <sup>a*</sup>
15625	Glisofato	69,2 <sup>a</sup>
15625	Fluometuron + paraquat	67,7 <sup>ab</sup>
10000	Glisofato	66,7 <sup>ab</sup>
12500	Fluometuron + paraquat	55,5 <sup>abc</sup>
10000	Fomesafen + fluazifop-butil	52,7 <sup>abc</sup>
10000	Fluometuron + paraquat	51,8 <sup>abc</sup>
12500	Glisofato	41,1 <sup>bcde</sup>
12500	Fomesafen + fluazifop-butil	37,6 <sup>bcde</sup>
10000	Fluazifop-butil	33,8 <sup>bcde</sup>
10000	Limpia a machete	29,7 <sup>cdef</sup>
12500	Fluazifop-butil	15,1 <sup>de g</sup>
15625	Fluazifop-butil	11,9 <sup>efi</sup>
12500	Limpia a machete	9,9 <sup>efi</sup>
15625	Limpia a machete	6,2 <sup>g</sup>
Todas	Testigos(sin control)	0,0 <sup>g</sup>

\* Tratamientos seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (LSMEAN 5%).

los tratamientos evaluados (cuadro 8), tomando en consideración el costo de la aplicación y el rendimiento logrado con cada una de ellas, la mezcla fomesafen + fluazifop-butil permite mayor eficiencia, ya que a pesar de ser

el tratamiento mas costoso, el rendimiento de raíces por hectárea obtenido con este tratamiento, permite un margen de ganancias mayor que el resto de los herbicidas evaluados.

**Cuadro 7. Efecto de la densidad de siembra de yuca sobre el porcentaje de control de malezas en base a peso seco de malezas/m<sup>2</sup> a los 120 días.**

Densidad (Plantas/ha)	Valores promedio (%)
15625	71,9 <sup>a*</sup>
12500	67,0 <sup>a</sup>
10000	45,9 <sup>b</sup>

\*Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (LSMEANS 5%).

**Cuadro 8. Costo de los tratamientos de control de malezas en yuca (Bs/ha), rendimiento de raíces (kg/ha).**

Tratamiento de control	Costo de aplicación (Bs/ha)	Rendimiento* kg/ha
Fluzifop-butil	8.195,0	10.791,9
Glisofato	7.500,0	13.868,9
Fluometuron+paraquat	8.858,5	16.912,5
Fomesafen + fluazifop-butil	13.981,7	17.616,2
Limpia a machete	14.000,0	7.790,4

\*Yuca variedad tempranita cosechada a los 8 meses.

## Conclusión

El control de malezas en yuca con la mezcla de fomesafen + fluazifop-butil resultó la mas efectiva para el control de malezas en el cultivo de yuca.

La población de 15625 plantas/ha resultó ser el mas conveniente que el resto de las densidades evaluadas, ya que produjo la mayor supresión de

las malezas (control) y los mayores rendimientos.

La mezcla fomesafen + fluazifop-butil combinado con la densidad de 15625 plantas/ha, permitió controlar adecuadamente las malezas con el mayor rendimiento de raíces por hectárea.

## Literatura citada

- Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM). 1974. Métodos de evaluación para ensayos de control de malezas. En: II. Congreso. Cali. Colombia.
- Añez, D. 1970. Consecuencia del mal manejo de los suelos de Maracaibo. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 1: 386-402.
- Croveto, C. 1992. Rastros sobre el suelo. Una introducción a la cero labranza. Publicación del Ministerio de Agricultura y Cría de Chile. p 303.
- Barrios, J. 1985. Efecto de la inferencia de las malezas en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). p 48. En: Resúmenes IV Jornadas de la Sociedad Venezolana para el control de Malezas. Maracay.
- Cáceres, A. 1986. Efecto de las poblaciones de plantas en algunas características de diez 10 cultivares de yuca en tres localidades de colombia. Resúmenes analíticos sobre yuca (*Manihot esculenta* Crantz). CIAT Vol. XIV. N° 1:988. Bogotá.
- Hulugalle, N. 1994. Effect of five years of tillage and mulch on soil properties and tuber yielded of cassava on an acid Ultisol in south-eastern Nigeria. *Experimental Agriculture* 26(2): 235-240.
- Homen, M. 1984. Efecto de competencia de malezas en yuca (*Manihot esculenta* Crantz). p 10. En : Resúmenes III Jornadas de la Sociedad Venezolana para el Control de Malezas. Barquisimeto.

8. Quiñones, V., M. de Carrillo y N. Moreno. 1982. Control de malezas en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) bajo condiciones de secano en el Campo Experimental de Ciudad Bolivia, estado Barinas. p. 32. En: Resúmenes II Jornadas de la Sociedad Venezolana para el Control de Malezas. Maracaibo.
9. Rodríguez, R. 1981. Selectividad de herbicidas en el cultivo de la yuca. p 37. En: Resúmenes I Jornada de la Sociedad Venezolana para el control de malezas. Maracay.
10. Rodríguez, E. 1981. Control de malezas en siembras de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). p 14. En: Resúmenes I Jornada de la Sociedad Venezolana para el Control de Malezas. Maracay.
11. Shukle, L. 1990. Minimum tillage machine for developing countries for early 21st. Century. p 361-388. In : Proceeding of the International Agriculture Engineering conference and exhibition, Bangkok, Thailand.
12. Silva, P. 1986. Sistema de cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). En: Resúmenes Analíticos sobre la yuca. CIAT. vol. XIV. N° 3. Bogotá.
13. Sautí, R. 1987. Efecto de las densidades de siembra en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) *Agronomy Journal* 84(5): 1234-1240.
14. Tineo, J. 1980. El cultivo de la yuca. *Revista Agrotécnica*. Universidad del Zulia; Facultad de Agronomía (I.I.A.). N° 8. Maracaibo, Venezuela.
15. Wood, C.W. 1990. Impacts of cropping intensity on carbon and nitrogen mineralization under no tillage agroecosystems. *Agronomy Journal* 82(6): 1115-1120.