

RESPUESTA DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) AL DEFICIT DE AGUA Y FERTILIZACION*

Introducción

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es un arbusto perenne de la familia Euphorbiaceae, originario de América tropical. De gran importancia socio-económica, ya que es un producto básico en la alimentación de personas y animales en los países tropicales de América, Asia y África.

Se cultiva en especial en zonas con suelos ácidos, infértiles y con períodos prolongados de sequía (Cock y Howeler, 1978; Howeler y Cadavid, 1983). Es una de las plantas más eficientes en cuanto a producción de almidón y su potencial es muy similar al de la caña de azúcar, maíz, sorgo y arroz, cuando las condiciones de cultivo son óptimas. Sin embargo, es bajo condiciones sub-óptimas cuando su potencial de rendimiento sobresale al ser comparada con otros cultivos. Se dice que esta planta tiene la habilidad de producir donde otros cultivos no crecen.

Esta planta se adapta bien a diferentes regímenes pluviométricos y se han obtenido altos rendimientos con precipitaciones menores a 1000 mm al año y temperaturas de aproximadamente 28° C (Cock y Rosas, 1975).

El desarrollo y crecimiento de la planta de yuca están determinados por la relación del Índice de Área Foliar (IAF) y la producción y distribución de la biomasa total a la cosecha final. A medida que el IAF aumenta, la tasa de rendimiento tiende a aumentar hasta un nivel de 4 - 5 (Cock y El-Sharkawy, 1988).

Durante un período de sequía el cultivo reduce su IAF, produciendo menos hojas y de tamaño más pequeño y aumentando la retención de las hojas ya expandidas (Rosas et al, 1976;

Cock et al, 1979; Connor y Cock, 1981), lo cual se considera como un mecanismo de la planta para disminuir la pérdida de agua por transpiración (Connor et al, 1981; Connor y Palta, 1981; El-Sharkawy y Cock, 1979). Sin embargo, una reducción del IAF durante un período prolongado de sequía, también reduce la tasa de crecimiento del cultivo, siendo esa disminución más pronunciada en la parte aérea de la planta (El-Sharkawy y Cock, 1987).

De todas maneras, en condiciones de estrés lo importante no es una alta tasa de crecimiento, sino el uso más eficiente del agua disponible para lograr mantener el cultivo, ya que las plantas activas requieren un buen contenido interno de agua. Se ha encontrado que las plantas que sufren estrés alcanzan una producción ligeramente menor a la de aquellas que no pasaron por períodos de sequía (El-Sharkawy y Cock, 1987).

La yuca extrae cantidades relativamente grandes de nutrientes del suelo, pero si se tiene en cuenta la materia seca producida, la extracción de éstos es menor que la de la mayoría de los otros cultivos, a excepción del K, debido a que las raíces de la yuca tienen un alto contenido de este elemento (Howeler y Cadavid, 1990).

El IAF óptimo para la yuca es 2.5-3.5 y una alta fertilización puede ocasionar un excesivo crecimiento de las partes aéreas produciendo un IAF mayor de 4, aun cuando esto no tiene efecto sobre la longevidad de las hojas (Cock, 1975). Las plantas cultivadas en condiciones de baja fertilidad presentan un IAF menor que las anteriores, pero sus hojas mantienen su eficiencia fotosintética (CIAT, 1979).

La yuca produce relativamente bien, bajo condiciones de baja fertilidad, gracias a la reducción en el IAF, a la conservación de un alto nivel de nutrientes en las hojas y al aumento de la translocación de carbohidratos hacia las raíces (CIAT, 1979). El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto del estrés de agua y de nutrientes sobre el rendimiento de la yuca.

Procedimiento experimental

Este ensayo se condujo en un Ultisol de Santander de Quilichao, Colombia. Se sembraron dos cultivares de la colección CIAT Palmira, M Col 1964 y CM 507-37, con una densidad de 10000 plantas por hectárea.

Antes de la siembra se aplicaron al voleo y se incorporaron 500 kg/ha de cal dolomítica (55% de CaCO_3 y 35% de MgCO_3). Un mes después de la siembra se aplicaron en banda 500 kg/ha de la fórmula 10-20-20.

Para efecto de inducción del estrés de agua se empleó plástico blanco calibre 6 con el cual se cubrió la superficie del suelo para evitar la infiltración. El estrés hídrico se indujo cuatro meses después de la siembra con el fin de asegurar el establecimiento del cultivo. La cosecha final se realizó 12 meses después.

Se empleó un diseño experimental de parcelas sub-divididas con cuatro repeticiones, cuyos factores son estrés, variedad y fertilización. Se hicieron cosechas escalonadas a los 3, 5, 7 y 12 meses después de la siembra, recogiendo 6 plantas por parcela. El IAF se evaluó utilizando un analizador de follaje marca LICOR.

* Tomado de : Mejia, S., L. Cadavid y M. El-Sharkawy. 1994. Respuesta de la yuca al déficit de agua y fertilización. Suelos Ecuatoriales, 24 :23-28

Resultados y discusión

Rendimiento

Los resultados de la producción de raíces frescas, en los cuatro muestreos escalonados, se presentan en la Tabla 1. En los datos del primer muestreo se observa un efecto positivo al estrés de agua, sin que se presente una respuesta a la aplicación de fertilizantes, debido a que el cultivo estaba en una etapa inicial.

En el segundo muestreo se presentan diferencias significativas entre los tratamientos con estrés y sin estrés y una respuesta a la fertilización especialmente en el tratamiento con estrés. Sin embargo, los tratamientos con estrés sin fertilización son estadísticamente iguales a los tratamientos sin estrés sin y con fertilización, excepto para la CM 507-37 que presentó una diferencia significativa entre el tratamiento con estrés sin fertilización y sin estrés sin fertilización.

En el tercer muestreo se observa un efecto positivo a la fertilización. Los resultados de la cosecha final muestran también una respuesta positiva de las plantas a la fertilización en los tratamientos con y sin estrés de agua, en las dos variedades estudiadas. También se presenta una respuesta favorable de la yuca al estrés hídrico, siendo los tratamientos con estrés y

con fertilización los que mayor rendimiento alcanzaron. Los tratamientos sin estrés sin fertilización son los de menor rendimiento y estadísticamente diferentes a los demás, excepto para la CM507-37 que resultó ser estadísticamente igual a los tratamientos con estrés sin fertilización.

El análisis estadístico indica que en todas las cosechas se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos con estrés y sin estrés y entre las plantas con y sin fertilización, pero no se encontraron diferencias entre variedades en los diferentes tratamientos.

Índice de Área Foliar

En yuca, el IAF comienza a incrementarse durante la primera etapa del cultivo, luego se presenta una época en la que permanece constante y finalmente decrece debido a la defoliación natural cuando la planta alcanza la madurez fisiológica (Cock y El-Sharkawy, 1988).

El análisis estadístico de los datos de IAF en este ensayo muestran diferencias altamente significativas entre las variedades. La variedad CM 507-37 es la de mayor IAF con un promedio de 1.72 mientras que la M Col 1684 tiene un promedio de 1.35. La Diferencia Mínima Significativa (MSD) para esta variable es de 0.35. También

se presentaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos con estrés y sin estrés y entre plantas con y sin fertilización.

El tratamiento con estrés y con fertilización alcanzó un IAF promedio de 0.97 en la variedad M Col 1684, y de 1.37 en la CM 507-37. Por otro lado, los tratamientos sin estrés de agua y fertilizados presentaron un IAF de 1.36 en la M Col 1684 y de 1.65 en la CM 507-37. Los tratamientos que no fueron fertilizados alcanzaron IAF promedio de 0.77 en la M Col 1684 con estrés y de 0.70 para la misma variedad sin estrés. En la variedad CM 507-37 el IAF promedio para el tratamiento sin fertilizante fue de 0.90 en las plantas con estrés y de 1.07 en las plantas sin estrés. Estos datos indican que un excesivo desarrollo foliar limita la producción de raíces, pero que un deficiente desarrollo del follaje también es negativo. La reducción del área foliar es un mecanismo de defensa de la planta de yuca al estrés hídrico.

Conclusiones

Los resultados de este experimento permiten concluir que:

- La yuca responde bien a la fertilización en suelos con bajos contenidos de nutrientes.

Continúa en la pág. N° 9

Tabla 1. Efecto del estrés de agua y la fertilización en rendimiento raíces frescas de yuca en los cuatro muestreos (V1 = variedad M Col 1684; V2 = variedad CM507-37; CE = con estrés; SE = sin estrés; CF = con fertilizante; SF = sin fertilizante)

Primera cosecha			Segunda cosecha			Tercera cosecha			Cuarta cosecha		
Tratam.	Rend. (t/ha)		Tratam.	Rend. (t/ha)		Tratam.	Rend. (t/ha)		Tratam.	Rend. (t/ha)	
V2 CE SF	0.59	A*	V1 CE CF	6.29	A	V2 SE CF	12.46	A	V2 CE CF	23.25	A
V2 CE CF	0.59	A	V2 CE CF	4.96	B	V1 CE CF	9.59	AB	V1 CE CF	22.34	A
V1 CE CF	0.57	AS	V2 CE SF	3.51	C	V2 SE SF	8.63	BC	V1 SE CF	20.21	AB
V1 CE SF	0.35	AB	V1 CE SF	3.15	CD	V2 CE CF	8.02	BCD	V2 SE CF	20.69	AB
V1 SE CF	0.25	BC	V1 SE CF	3.11	CD	V1 SE CF	7.13	BCD	V2 CE SF	16.29	BC
V2 SE CF	0.17	BC	V2 SE CF	2.73	CD	V1 CE SF	6.08	CD	V1 CE SF	15.50	BCD
V1 SE SF	0.09	C	V1 SE SF	2.43	D	V2 CE SF	5.63	D	V2 SE SF	11.04	CD
V2 SE SF	0.07	C	V2 SE SF	2.18	D	V1 SE SF	5.08	D	V1 SE SF	7.25	D
LSD	0.05	0.25		1.13			3.01			5.98	

* Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales.

- La yuca tolera el estrés hídrico. Los resultados indican que esta planta requiere de cierto déficit de agua para alcanzar altos rendimientos.
- Es importante que exista un control en el crecimiento del follaje para que alcance óptimos rendimientos.

Bibliografía

- CIAT, Centro Internacional de Agricultura Trópica. 1979. Cassava Program. In Annual Report 1978. Cali, Colombia. pp A1-A 100.
- Cock, J. H. and C. Rosas. 1975. Ecophysiology of cassava. Paper presented to internal Symposium on ecophysiology of Tropical Crops, Manaus, Brasil. 14 p.
- Cock, J. H. 1975. Fisiología de la planta y desarrollo. En Curso so-

bre producción de Yuca. Medellín, Instituto Colombiano Agropecuario, Regional 4 pp. 35-43.

Cock, J. H. and R. H. Howeler. 1978. The ability of cassava to grown on poor soils. In Jung, G. A., de. Crop tolerance to suboptimal land conditions. Madison, Wisconsin, American Society and Agronomy, ASA special publication, No. 32, pp. 145-154.

Cock, J. H., D. Franklin, G. Sandoval and P. Juri. 1979. The ideal Cassava plant of maximum yield. *Crop Sci.*, 19 :271-279.

Cock, J. H. and M. A. El-Sharkawy. 1988. Physiological characteristics for cassava selection. *Expl Agric*, 24 :443-448.

Connor, D. J., J. H. Cock and G. E. Parra. 1981. Response of cassa-

va to water shortage. I. Growth and Yield. *Field Crops Research*. 4:181-200.

Connor, D. J., and J. H. Cock. 1981. Response of cassava to water-shortage. II. Canopy Dynamics. *Field Crops Research* 4 :285-296.

Connor, D. J. and G. Palta. 1981. Response of cassava to water shortage. III. Stomatal control of plant water stress. *Field Crops Research* 4 :297-311.

El-Sharkawy, M. A. and J. H. Cock. 1987. Response of cassava to water stress. *Plant and Soil* 100 :345-360.

Howeler, R. H. and L. R. Cadavid. 1983. Accumulation and distribution of dry matter and nutrients during 12 months growth cycle of cassava field crop research 7 :325-340. ♣