

Desarrollo y productividad de ñame (*Dioscorea trifida* y *Dioscorea esculenta*) en diferentes condiciones hídricas

Productive development in yam (*Dioscorea trifida* and *Dioscorea esculenta*) under different hydric conditions

*Alba Nelly Acevedo Mercado, Ismael Segundo Sandoval Assia y
Jairo Guadalupe Salcedo Mendoza*

Universidad de Sucre. Grupo de Investigación de Procesos Agroindustriales y Desarrollo Sostenible. Sincelejo, Sucre, Colombia.
Autora para correspondencia: albacevedo_0428@hotmail.com

Rec.: 06.06.2014 Acep.: 02.08.2014

Resumen

En la región Montes de María (9° 24' 56,33" N y 75° 23' 04,19" O), departamento de Sucre, Colombia, en zonas de clima cálido (26 °C y 30 °C) y de clima medio (20 °C y 24 °C), humedad relativa entre 75 y 85% y precipitación de 750 mm durante el ensayo se estudió el efecto del riego en el desarrollo y productividad de dos especies de ñame en peligro de extinción (*Dioscorea trifida* y *Dioscorea esculenta*) en un diseño experimental de parcelas subdivididas, donde las variables fueron tres condiciones hídricas: riego de 888 mm durante la etapa crítica del cultivo, riego de 944 mm durante todo el ciclo del cultivo, y ausencia de riego con una oferta de agua de 750 mm provenientes de precipitación. La densidad de siembra fue de 10,000 plantas/ha, labranza tradicional con arado de discos y cosecha 8 meses después de la siembra. Como variables se midieron rendimiento de ñame, contenido de almidón, longitud y diámetro de tubérculos y biomasa aérea. *Dioscorea trifida* presentó un rendimiento promedio de 30.6 t/ha y *D. esculenta* de 27 t/ha, con contenidos de almidón de 21.3 y 21.6% en base húmeda, respectivamente; la longitud promedio de tubérculos para *D. trifida* fue de 17.4 cm y para *D. esculenta* de 11.4 cm; los diámetros promedio fueron 14.4 cm y 10.5 cm y la biomasa aérea 1.1 kg/planta y 0.67 kg/planta, respectivamente. La aplicación de riego al cultivo produjo un incremento en la producción con respecto al cultivo sin riego, para *Dioscorea trifida* este incremento fue de 78.9% y para *Dioscorea esculenta* de 92.9%.

Palabras clave: *Dioscorea*, cultivo, rendimiento, riego complementario.

Abstract

The effect of irrigation was studied in the productive development of two species of endangered yam (*Dioscorea trifida* and *Dioscorea esculenta*) (Espitia *et al.*, 2004), using a split-plot experimental design, where three variables of hydric conditions were treated: irrigation during the critical stage of the crop with a water application of 888 mm, irrigation during all the crop cycle with 944 mm, absence of irrigation, using water from precipitation with an offer of 750 mm. the Planting density was of 10,000 plants per hectare, disk tillage was applied and was harvesting eight months after planting. Yield, starch content, length, diameter of tubers, and aerial biomass was measured. *Dioscorea trifida* showed an average yield of 30.6 t /ha and 27 t/ha for *Dioscorea esculenta*, with starch content of 21.3 and 21.6% respectively in wet base; the

average length of tubers *Dioscorea trifida* was 17.4 cm and 11.4 cm for *Dioscorea esculenta*; average diameters and aerial biomass plant were 14.4 cm, 1.1 kg/ plant biomass and 10.5 cm, and 0.67 kg/plant respectively.

Key words: *Dioscorea*, culture, yield, irrigation.

Introducción

El ñame es una planta tropical de origen africano y asiático, monocotiledónea, de la familia Dioscoreaceae, cuyo órgano de reserva es un tubérculo. Está constituida por seis géneros, entre ellos *Dioscorea* es el más importante con 600 especies identificadas, aunque sólo 12 especies son comestibles (Coursey 1967, citado por Thurst, 1989). Las características de la planta cambian según la variedad cultivada. Las del género *Dioscorea* generalmente son dioicas, es decir, que tienen únicamente flores masculinas o solo flores femeninas (Santos y Macedo, 2006). En general, la planta se presenta como enredadera, con tubérculos aéreos llamados también bulbillos y tubérculos subterráneos (Hata *et al.*, 2003). Estos últimos son la parte útil y se utilizan tanto para consumo o como medio de propagación para nuevos cultivos (Cabrera *et al.*, 2008).

Antes de la introducción de otros cultivos con raíces comestibles, el ñame constituía la principal fuente de carbohidratos para los pueblos de África Occidental y Central (Carmo, 2002). Al género *Dioscorea* pertenecen especies que, además de servir como alimento para el hombre, contienen principios activos como saponáceos y diosgenina, empleados en la elaboración de productos de uso farmacéutico e industrial, por ejemplo, anticonceptivos orales y cosméticos (Peixoto *et al.*, 2000).

Colombia posee la mayor tasa mundial de rendimiento en el cultivo de ñame. Características del proceso productivo como la calidad de la semilla, el tipo de siembra, el tipo de suelos y la existencia de variedades o clones, son determinantes para alcanzar un buen rendimiento. En Colombia, en 2011, se produjeron 395,374 t de ñame (0.8% de la producción mundial) con un rendimiento de 28.3 t/ha (Reina, 2012).

Este tubérculo no ha sido considerado un producto de primera necesidad para suplir las carencias alimentarias de la población, como

consecuencia su establecimiento se hace de forma empírica y no existen en la actualidad herramientas tecnológicas de cultivo tendientes a mejorar los resultados productivos, por tanto, hay una baja capacidad en el desarrollo agroindustrial y un desconocimiento de las ventajas de la tecnología de riego en este cultivo (Sánchez y Mejía, 2011).

Un buen manejo del riego se basa en la optimización de la distribución espacial y temporal del agua aplicada, con el objeto de incrementar la producción y la calidad de los cultivos. Las buenas prácticas de riego están diseñadas para mantener un adecuado nivel de humedad en el suelo y minimizar la contaminación difusa, es decir, las pérdidas por lixiviación del agua y nutrientes por debajo de la zona radicular (Fares y Alva, 2000). La disponibilidad actual de agua en el mundo corresponde a un panorama de escasez, sobreexplotación y contaminación, de tal forma que ya se considera un factor limitante para un desarrollo sostenible de cultivos. Lo anterior obliga a buscar formas para incrementar la eficiencia en el uso de este recurso, para alcanzar el mayor impacto posible tanto en cantidad como en calidad de producto (Phene *et al.*, 1985).

En este trabajo se estudió el efecto del riego sobre los rendimientos de la producción de *D. trifida* y *D. esculenta*. Se propuso el uso de riego teniendo en cuenta que la etapa crítica del cultivo comprende los primeros cinco meses después de la germinación, durante la cual es necesario garantizar humedad adecuada en el suelo para el buen desarrollo de la planta (Montaldo, 1991).

Materiales y métodos

Localización

La investigación se realizó en unidades experimentales localizadas en la región Montes de María (9° 24' 56.33" N y 75° 23' 04.19" O), en el departamento de Sucre, Colombia, con

temperaturas entre 26 °C y 30°C en las áreas de clima cálido y entre 20 °C y 24 °C en las áreas de clima medio, humedad relativa entre 75 y 85% y precipitación de 750 mm durante el ensayo (Aguilera, 2013).

En el análisis de suelo se incluyeron % humedad, pH, materia orgánica, fósforo, potasio, capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), densidad aparente, textura. (ISO 10390: 2002). El cultivo fue establecido en un suelo con 19.23% de humedad, pH de 6.22, materia orgánica de 0.74%, contenidos de fósforo de 101.58

ppm, potasio de 0.14 cmol/kg suelo, una C.I.C. de 7.0 meq/100 g suelo, densidad aparente de 1.44 gr/cm³ y textura franco arenosa.

Se evaluaron tres condiciones hídricas en seis tratamientos (Cuadro 1), en un diseño de parcelas subdivididas con tres repeticiones, donde la parcela principal correspondió a la condición hídrica y la subparcela a las especie de ñame en estudio (*D. trifida* y *D. esculenta*), con distribución aleatoria. El área del experimento fue de 2000 m² dividido en parcelas de 108 m².

Cuadro 1. Tratamientos aplicados en el ensayo.

Tratamientos	Descripción	Agua total (Prec. + riego)
RECDt	<i>Dioscorea trifida</i> con riego en etapa crítica del cultivo, descrita por Montaldo, 1991.	888 mm
RTCDt	<i>Dioscorea trifida</i> con riego durante todo el ciclo del cultivo.	944 mm
SRDt	<i>Dioscorea trifida</i> sin riego.	750 mm
RECDe	<i>Dioscorea esculenta</i> con riego en etapa crítica del cultivo, descrita por Montaldo, 1991.	888 mm
RTCDe	<i>Dioscorea esculenta</i> con riego durante todo el ciclo del cultivo.	944 mm
SRDe	<i>Dioscorea esculenta</i> sin riego.	750 mm

La siembra se realizó en mayo de 2013, sobre suelos en camellones para facilitar el drenaje y crear condiciones para el desarrollo del cultivo, con un marco de plantación 1 m x 1 m para una densidad de siembra de 10,000 plantas/ha. Se utilizó labranza

tradicional con disco, con aplicación de 8 g de fertilizante triple 15 (NPK) por cada planta después de la siembra y una aplicación de Lorsban para el control de insectos. La cosecha tuvo lugar ocho meses después de la siembra.

Cuadro 2. Manejo de los tratamientos de riego.

Tratamientos	N° de riegos aplicados	Duración del Riego (min)	Lámina aplicada (mm)	Fecha de siembra	Fecha de cosecha
REC	6	50	23	05 - 2013	12 - 2013
RTC	9	50	23	05 - 2013	12 - 2013
SR	0	0	0	05 - 2013	12 - 2013

Para garantizar una buena germinación, a partir del establecimiento del cultivo se aplicó riego por aspersión según los tratamientos evaluados que aparecen en el Cuadro 2. Para el cálculo de la Evapotranspiración de Referencia (ET_o) y para determinar la Evapotranspiración del Cultivo (ET_c) se utilizó el método de Penman modificado por la FAO (Doorembos y Pruitt, 1976); para el cálculo de

la capacidad de campo, el punto de marchitez permanente, los momentos de riego y la lámina de riego se consideraron las ecuaciones propuestas por Ortiz (2000); el contenido de agua en el suelo se estimó con las ecuaciones propuestas por Doorembos y Pruitt (1976).

Las variables evaluadas fueron rendimiento productivo, contenido de almidón (Englyst *et al.*, 1992), crecimiento (longitud

y diámetro de tubérculos) y biomasa, según la metodología de Damba (2008). Los datos fueron recolectados en 10 plantas por cada unidad experimental y los análisis estadísticos se realizaron con el software SAS[®] 9.1. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 5%.

Resultados y discusión

Rendimientos

No se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en rendimiento, para especies ni para la interacción riego x especie, pero sí entre tratamientos de riego como se observa en el Cuadro 3. El promedio del rendimiento para *D. trifida* fue 11.7% mayor que el rendimiento de *D. esculenta*. En ambas especies los mejores rendimientos se obtuvieron con el

tratamiento RTC (riego en etapa crítica del cultivo) (Cuadro 4) y son más altos que los encontrados por Reina (2012) en el departamento de Sucre (10.3 t/ha).

La producción de almidón por hectárea (Cuadro 4) para ambas especies fue más alta en el tratamiento RTC con diferencias ($P < 0.05$) entre niveles de riego, pero no entre las especies en estudio ni para la interacción riego x especie. En este caso, los rendimientos fueron menores que los encontrados por Acuña (2012) con valores de 24.8 % de almidón en base húmeda.

Las producciones de ñame/m³ de agua aplicada con el tratamiento REC fueron de 130 kg, para el tratamiento RTCDt de 156 kg y para el tratamiento RTCDe de 136 kg. Los resultados mostraron que *D. trifida* presentó una mejor respuesta productiva a la aplicación de riego.

Cuadro 3. Análisis de varianza para rendimiento y características físicas de ñame.

Variable dependiente	Fuente	DF	Tipo III SS	Media de cuadrados	Valor F	Pr > Ft
Rendimiento	Trat.	2	4.60443910	2.30221955	7.97	0.0063
	Especie	1	0.24083333	0.24083333	0.83	0.3791
	T x E	2	0.10828526	0.05414263	0.19	0.8314
Cont. de almidón	Trat.	2	366.0077778	183.0038889	16.27	0.0004
	Especie	1	0.0355556	0.0355556	0.00	0.9561
	T x E	2	1.2744444	0.6372222	0.06	0.9452
Long. tubérculo	Trat.	2	10.00743590	5.00371795	6.67	0.0113
	Especie	1	64.21813333	64.21813333	85.61	<.0001
	T x E	2	14.39589744	7.19794872	9.60	0.0032
Diam. tubérculo	Trat.	2	18.34858974	9.17429487	8.19	0.0057
	Especie	1	25.75470000	25.75470000	22.98	0.0004
	T x E	2	10.64602564	5.32301282	4.75	0.0302
Biomasa aérea	Trat.	2	0.05961819	0.02980910	6.95	0.0099
	Especie	1	0.00369603	0.00369603	0.86	0.3716
	T x E	2	0.01697158	0.00848579	1.98	0.1809

Trat. = tratamiento de riego. Esp. Especie de ñame.

Cuadro 4. Rendimientos y contenido de almidón de ñame en base húmeda. Montes de María, departamento de Sucre, Colombia.

Tratamientos de riego ^a	Rendimiento (t/ha)	Cont. almidón (%)	Prod. almidón (t/ha)
RECDt	24.0 a*	22.0 a	5.28
RTCDt	30.6 a	21.3 a	6.52
SRDt	17.1 b	20.6 b	3.64
RECDe	23.8 a	21.6 a	5.07
RTCDe	27.0 a	18.6 a	5.75
SRDe	14.0 b	20.6 b	2.88

* Valores en una misma columna seguidos de letras iguales no difieren de manera significativa ($P > 0.05$).

a. Los tratamientos aparecen en el Cuadro 1.

Crecimiento y producción de biomasa

El promedio de la longitud de tubérculos en *D. trifida* fue superior que en *D. esculenta* (Cuadro 5) con diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos de riego y entre especies en estudio, así como para su interacción. Para *D. trifida* los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento RTC y para *D. esculenta* con el tratamiento REC, resultados similares encontraron Montaldo (1991) y González (2003).

El diámetro promedio de tubérculos en *D. trifida* también fue mayor que en *D. esculenta*. En este caso, al igual que en la longitud de tubérculo, se encontraron diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos de riego y entre especies en estudio, así como para su interacción. Los resultados más favorables en ambas especies

se obtuvieron con el tratamiento REC, lo que indica que éste es el más adecuado para lograr buenos rendimientos en cada especie estudiada. Los resultados son similares a los hallados por León (1987).

Aunque no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre especies, la biomasa aérea promedio conseguida con *D. trifida* fue mayor que la obtenida con *D. esculenta*, siendo la diferencia entre ambas de 0.44 kg/planta. En el Cuadro 5 se observa que no hubo diferencias entre tratamientos de riego. No obstante, los mejores resultados para ambas especies se obtuvieron cuando se aplicó riego en la etapa crítica del cultivo, con la aplicación de 888 mm de agua, lo que indica que esta cantidad de agua fue la más adecuada para las especies en estudio.

Cuadro 5. Parámetros de crecimiento y biomasa aérea de *Dioscorea trifida* y *Dioscorea esculenta* en tratamientos de riego. Montes de María, departamento de Sucre, Colombia.

Tratamientos de riego ^a	Diám. de tubérculos (cm)	Longitud de tubérculos (cm)	Biomasa aérea (kg/planta)
RECDt	14.46 a	14.76 b	0.71 a
RTCDt	13.26 a	17.40 a	0.67 a
SRDt	10.10 b	12.96 b	0.43 b
RECDe	10.53 a	11.40 b	1.10 a
RTCDe	10.10 a	11.10 a	0.63 a
SRDe	9.80 b	11.20 b	0.39 b

* Valores en una misma columna seguidos de letras iguales no difieren de manera significativa ($P > 0.05$).

a. Los tratamientos aparecen en el Cuadro 1.

Conclusiones

- Con la aplicación de riego suplementario, *D. trifida* incrementó 78.9% la producción de tubérculos y *D. esculenta* en 92.9%, en comparación con el tratamiento testigo sin riego.
- El tratamiento RTC (888 mm de riego en etapa crítica del cultivo) muestra que la aplicación de riego en el cultivo de ñame se debe realizar durante la etapa crítica del cultivo.
- Los rendimientos de almidón/ha de *D. trifida* con aplicación de riego durante el ciclo del cultivo superaron en 13.4 % los de *D. esculenta*.

Agradecimientos

Al Programa Jóvenes Investigadores e Innovadores de Colciencias y a la Universidad de Sucre, por su colaboración en el desarrollo de esta investigación.

Referencias

Acuña, P. 2012. Extracción, caracterización y aplicación de almidón de ñame variedad Blanco (*Dioscorea trifida*) originario de la región amazónica colombiana para la elaboración de productos horneados. Tesis de Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Bogotá, D.C. p. 33 - 34.

- Aguilera M. 2013. Montes de María: una subregión de economía campesina y empresarial. Banco de la Republica. Centro de Estudios Económicos Regionales. Cartagena. Diciembre de 2013. p. 20.
- Cabrera, M.; Gómez, R.; Rodríguez, S.; López, J.; Rayas, A.; Basail, M.; Santos, A.; Madero, V.; Rodríguez, G. 2008. Multiplicación in vitro de segmentos nodales del clon de ñame Blanco de Guinea (*Dioscorea cayenensis* - *D. rotundata*) en sistemas de cultivo semiautomatizado. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 10 (2), 97-103.
- Carmo, C. A. 2002. Situação das culturas do taro e do inhame no estado do Espírito Santo. Vitória. Incaper. p. 7.
- Doorembos, J. y Pruitt, W. O. 1976. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje, Manual no. 24. Roma, Italia.
- Damba, G. 2008. Evaluación de métodos para análisis de estabilidad en diferentes ambientes en genotipos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Tesis de maestría en ciencias con énfasis en fitomejoramiento de plantas. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. sede Palmira. p. 38 - 39.
- Englyst, Kingman y Cummings. 1992. Examen de los métodos de análisis FAO. Análisis de los polisacáridos. p. 128.
- Espitia, R.; Gomez, F.; Salcedo, J. 2004. Caracterización y evaluación de las propiedades tecnofuncionales de los almidones de ñame a partir de tres especies (*Dioscorea bulbifera*, *Dioscorea trifida* y *Dioscorea esculenta*). Universidad de Córdoba. Tesis de Pregrado.
- Fares, A. y Alva, A. K. 2000. Soil water components based on capacitance probes in sandy soil. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 64:311 - 318.
- González, M. Y. 2003. Caracterización morfológica y molecular de genotipos de *Dioscorea alata* y *D. trifida* del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) y Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba. p. 89.
- Hata, Y.; Reguero, M.; Arteaga, L.; Buitrago, G.; y Álvarez, A. 2003. Evaluación del contenido de sapogeninas en variedades nativas de ñame (*Dioscorea* spp.) provenientes de la colección de la Universidad de Córdoba. *Rev. Col. Ciencia Quím. Farm.* 32(2):149 - 157.
- León, F. J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola (IICA). San José, Costa Rica. 455 p.
- Montaldo, A. 1991. Cultivo de raíces y tubérculos. Segunda edición. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola. Libros y Materiales Educativos/IICA. No. 021. 408 p.
- Ortiz, P. 2000. Programación práctica del riego. Campo experimental Sierra de Chihuahua, Centro de Investigación Regional Norte Centro, INIFAP-SAGARPA. Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México.
- Peixoto, P. A.; Caetano, L. C.; y Lopes, J. 2000. Inhame: o nordeste fértil. Maceió. EDUFAL, INCAPER. 88 p.
- Phene, D. J.; McCormick, R. J.; Miyamoto, J. M.; Meek, D. W.; y Davis, K. R. 1985. Evapotranspiration and crop coefficient trickle irrigated tomatoes. Third. International Drip/Trickle Irrigation Congress, Fresno, California. p. 823 - 831.
- Reina, Y. 2012. El cultivo de ñame en el Caribe colombiano. Banco de la Republica. Centro de estudios Económicos Regionales. Cartagena. Junio de 2012. p. 12 - 21
- Sánchez, E. y Mejía, R. 2011. Finca Montemariana: una alternativa de producción sostenible en la región Los Montes de María: región, conflicto armado y desarrollo productivo. En: Amaranto Daniel y Alfonso Múnera (eds.). Cartagena: Universidad de Cartagena, Instituto Internacional de Estudios del Caribe. p. 4 - 5.
- Santos, E. S. y Macedo, L. S. 2006. Tendencias e Potencialidades da cultura do Inhame (*Dioscorea* spp.) no Nordeste do Brasil. Disponible en: http://www.emepa.org.br/anais/an_sincit2_v1.php 06- 14
- Thurst, H. 1989. Enfermedades de cultivos en el trópico. En: J. J. Galindo (traductor). American Phytophological Society - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica. p. 70 - 74.