



EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE LA PAPA DE AIRE (*Dioscorea bulbifera* L.) EN PANAMÁ

Morpho-agronomic evaluation of air potato (*Dioscorea bulbifera* L.) in Panamá

Manuel Jiménez-Montero^{1✉} y Aurealuz Aguilar Martínez²

ABSTRACT. The objective for this investigation was to test and validate a proposed technical-productive proposal for handling of *Dioscorea bulbifera* in very humid rainy tropics conditions of the district of Donoso, Panama, and ran for the years 2012 and 2013. The proposal was located in six peasant communities, in each of them three plots with 25 plants were set in each, managing three variants: traditional system, technical system 1 (planting frame 1,5 x 1,5 m) and technical system 2 (planting frame 2,0 x 2,0 m). From the effective monitoring of plots, it was possible to define the phenological stages of the crop, its adaptability to different climate and soil conditions, and the incidence of pests and diseases. Obtained yields fluctuate between 0,79 and 2,0 kg plant⁻¹, with an average of 1,18 kg plant⁻¹ in the two years period. Considering yield per area, the average obtained was 3,82 t ha⁻¹. However, the best crop yields were achieved in the technical system 1, with an average of 5 t ha⁻¹. Crop yields of both technical system were always higher than those of traditional system, suggesting that the introduction of a certain level of technology contributes significantly to rising crop yields. Because of its low dependance of external supplies, its high plasticity, resistance to pests and diseases and high durability in stock, It concludes that, *D. bulbifera* has attributes to become a plant resource that can contribute to improve the food security of peasant communities in Panama.

Key words: climate, phenology, pests, crop yield, soil

RESUMEN. El objetivo de esta investigación fue ensayar y validar una propuesta de manejo técnico-productivo de *Dioscorea bulbifera* en las condiciones del trópico húmedo muy lluvioso de Donoso, Panamá; se ejecutó durante los años 2012 y 2013. La propuesta se ubicó en seis comunidades campesinas, estableciéndose tres parcelas de 25 plantas en cada una, manejando tres variantes: sistema tradicional, sistema tecnificado 1 (marco de siembra de 1,5 x 1,5 m) y sistema tecnificado 2 (marco de siembra de 2,0 x 2,0 m). A partir del monitoreo de las parcelas se logró definir las fases fenológicas del cultivo, su adaptabilidad a las condiciones de clima y suelo y la incidencia de plagas y enfermedades. Se obtuvo rendimientos que fluctuaron entre 0,79 y 2,0 kg planta⁻¹, con un promedio de 1,18 kg planta⁻¹, en los dos años. En cuanto a los rendimientos por superficie, el promedio obtenido fue de 3,82 t ha⁻¹. No obstante, los mejores rendimientos por superficie se alcanzaron en el sistema tecnificado 1, con un promedio de 5 t ha⁻¹. Los rendimientos de las parcelas tecnificadas siempre fueron superiores a los de las parcelas tradicionales, lo cual sugiere que la introducción de cierto nivel de tecnificación contribuye, de manera importante, a la elevación de los rendimientos. Por su baja dependencia de insumos externos, su gran plasticidad, su resistencia a plagas y enfermedades y su alta durabilidad en almacén, se concluye que *D. bulbifera* reúne atributos para convertirse en un fitorecurso, que puede contribuir a mejorar la seguridad alimentaria de comunidades campesinas en Panamá.

Palabras clave: clima, fenología, plagas, rendimiento, suelo

INTRODUCCIÓN

Las dioscoreáceas constituyen una importante fuente alimentaria y están distribuidas en regiones tropicales, subtropicales y templadas de todo el mundo.

El género *Dioscorea* spp., al cual pertenecen la mayoría de las especies cultivadas y silvestres de la familia, engloba especies tropicales originarias de África, Asia y América (1). Dentro de este género, las especies comestibles y de valor comercial son *Dioscorea alata* (ñame), *D. rotundata*, *D. esculenta*, *D. trifida* y *D. bulbifera* (2).

Dioscorea bulbifera es una planta trepadora que puede alcanzar hasta seis metros o más en longitud. Produce tubérculos basales; sin embargo, los "bulbillos" (o tubérculos aéreos) que crecen en la base de sus hojas son el producto alimenticio más importante.

¹ Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional. Equipo de Investigaciones de la Fundación Toabré. Entrega General, La Chorrera, Panamá, República de Panamá.

² Especialización en Planificación y Aprovechamiento de los Recursos de Agua y Suelo. Fundación Toabré. Apartado 0819-01734 El Dorado, Panamá, República de Panamá.

✉ jjimenezmm@gmail.com

Al hacer una rápida revisión, por la geografía latinoamericana, se constató la presencia de *D. bulbifera* en las parcelas campesinas; donde al igual que en otros países en desarrollo, especies como los ñames tienen una profunda importancia en la agricultura familiar, siendo utilizadas básicamente como fuente de carbohidrato, sobre todo en la región donde residen comunidades de bajo poder adquisitivo (3).

Se observó la presencia y uso de *D. bulbifera* como alimento en la Amazonia peruana, conociéndose como “acha papa”^A. En México está presente como especie comestible en los huertos familiares de Chiapas y Tabasco, donde se le conoce como papa voladora y también en Campeche, donde recibe el nombre de makal (4). En Nicaragua es conocida como “papa caribe” y se cultiva por sus tubérculos para uso alimenticio (5).

D. bulbifera es conocido como ñame volador en Guanabacoa, Regla, La Habana Vieja, Santiago de las Vegas y Moa en Cuba, donde se utiliza como alimento, aunque también tiene uso esotérico en las ceremonias de la religión yoruba (6). De igual forma se señala el uso de *D. bulbifera* como alimento por las comunidades indígenas y afrodescendientes de diez departamentos colombianos donde recibe el nombre de Tabena o ñame (7).

A pesar de reconocer en esta especie propiedades aceptables para su consumo; aspecto sobresaliente que debía ser considerado ante la situación de crisis alimentaria que se vive a nivel mundial en la actualidad, su comercialización es casi nula y sigue siendo un cultivo infrautilizado o semisalvaje, ya que nunca ha sido “domesticado” (8). La excepción se observa en África, donde se le dedica una especial atención en su dimensión productiva y alimentaria, como lo muestran investigaciones recientes en Etiopía (9), en Nigeria (8, 10) y en Ghana (11).

La primera mención documentada del género *Dioscorea*, en Panamá, la hace el naturalista Seeman (12) en 1852, cuando se refiere a una planta de nombre común “cabeza de negro”; utilizada como antisifilítica por los indígenas. Desde ese momento y hasta el día de hoy, los estudios del género en Panamá han privilegiado los aspectos de orden botánico, sin abordar de manera ordenada los aspectos de orden productivo, con la excepción notoria de *D. alata* (ñame) y de *D. trifida* (ñampí) los cuales tienen una alta demanda nacional. En el caso de *D. bulbifera* resulta en gran medida contradictorio, ya que dicho fitorecurso está presente y viene siendo manejado y consumido de manera rudimentaria por la población campesina e indígena de nuestro país, desde hace un tiempo considerable.

A partir de estas consideraciones, el presente estudio se llevó a cabo teniendo como objetivo central evaluar las variables productivas de *D. bulbifera*, en las condiciones del trópico muy húmedo del Caribe panameño, a fin de validar una propuesta de manejo técnico-productivo que potencie la ampliación de su consumo humano.

MATERIALES Y MÉTODOS

A falta de documentación sobre el manejo agrotécnico de este cultivo, se utilizó como referencia el Manual técnico “Cultivo del ñame” (*Dioscorea alata*), cultivo comercial que pertenece al mismo género (13). No obstante, la referencia práctica fundamental en la que se sustenta esta evaluación lo constituye un estudio etnobotánico desarrollado con antelación por los autores, en el que se abordó el conocimiento tradicional de las comunidades campesinas sobre esta especie (14).

El experimento se realizó durante los años 2012 y 2013 en parcelas de agricultores campesinos y con su participación en el distrito de Donoso, al Oeste de la provincia de Colón, en la parte central caribeña de Panamá. En la Tabla I se muestran las coordenadas específicas de la ubicación de las parcelas.

Tabla I. Georreferenciación de las parcelas de prueba

Comunidad	Latitud Norte	Longitud Oeste
San Luis	8° 55' 52,87"	80° 24' 30,32"
Belorizal	8° 57' 38,74"	80° 21' 38,31"
Concepción	9° 1' 10,29"	80° 22' 1,27"
Guasimo	9° 3' 30,59"	80° 20' 7,76"
El Jobo	9° 3' 29,50"	80° 11' 11,29"
Dominical	9° 2' 52,79"	80° 11' 4,92"

En cada una de las seis comunidades seleccionadas se establecieron tres parcelas, dos tecnificadas que se ubicaron una a continuación de la otra, en un área preparada para tal fin y una parcela “tradicional” establecida en los traspatios y terrenos de los colaboradores, para un total de 18 parcelas, en las que se establecieron 25 plantas.

En el sistema tradicional las plantas crecen de manera libre, ramificando entre la vegetación del traspatio de las casas, con mínima atención cultural. En el sistema tecnificado se establece un espaciado de siembra y se hace uso de tutores inertes (varas). En ninguno de los sistemas se utilizó fertilización química adicional. En la evaluación se utilizaron dos espaciamientos:

- ♦ Sistema tecnificado 1 (distancia de siembra 1,5 m entre surcos por 1,5 m entre plantas).
- ♦ Sistema tecnificado 2 (distancia de siembra 2,0 m entre surcos por 2,0 m entre plantas).

^AMejía, C. K. *Diagnóstico de recursos vegetales de la amazonia peruana*. no. 16, Inst. Instituto de investigaciones de la Amazonia Peruana, Perú, 1995, p. 39.

Las actividades comunes para todas las parcelas incluyeron el desmonte y chapeo, el control de arrieras (*Atta* spp.), el trazado de surcos y plantación, la cosecha a mano y el almacenamiento de tubérculos. Se observó un estricto uso de recursos locales para el control de arvenses y control de plagas, para asegurar el mantenimiento de las parcelas y el estudio.

Durante el primer año, en cada parcela se realizó un análisis de suelo que incluyó materia orgánica (%); pH; textura (%); contenido de Potasio (mg L^{-1}); Fósforo (mg L^{-1}); Calcio (cmol kg^{-1}); Magnesio (cmol kg^{-1}), Hierro (mg L^{-1}) y la capacidad de intercambio catiónico (meq 100 g^{-1}). Para la determinación del contenido de materia orgánica se utilizó el método de Walkley Black modificado y el pH se evaluó en agua. Los contenidos de P, K y Fe fueron determinados con el método de Mehlich 1N, y los de Ca y Mg con la solución extractora de KCl. Para la capacidad de intercambio catiónico se utilizó solución de acetato de amonio a pH 7. Todos los análisis fueron realizados en el laboratorio de suelos del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP).

La plantación de las parcelas se llevó a cabo en los dos años durante el mes de abril, utilizando tubérculos (bulbillos) colectados en la región de estudio. A partir de este momento se establece un registro de las variables asociadas al crecimiento y desarrollo de las plantas en cada parcela, como número de hojas, largo de tallos y entrenudos (cada siete días), para determinar ritmos de crecimiento y fecha de aparición de bulbillos (días desde la siembra), entre otras. Estas mediciones se le hicieron a ocho plantas de cada parcela, escogidas de manera aleatoria.

Se llevó un control de la incidencia de plagas y enfermedades y la resistencia que muestra el cultivo durante su desarrollo. También se anotaron aspectos de orden cualitativo, como la aparición o no de floración y de los signos típicos de la etapa de “maduración” de los tubérculos. Se tomó nota de los insumos utilizados (materiales, fuerza de trabajo, entre otros) en el cultivo de las parcelas tecnificadas, a fin de obtener una primera aproximación al costo de producción. Con fines comparativos este valor se extrapoló para obtener el costo por hectárea.

La cosecha se realizó en ambos años en el mes de noviembre, siete meses después de haber realizado la plantación. En la misma se realizó la colecta total de los tubérculos de cada parcela, una por una. Cada grupo de tubérculos fue contado y pesado, obteniéndose al final el peso total cosechado por parcela y el rendimiento por planta y parcela.

Los datos obtenidos fueron capturados en una base de datos y procesados con el paquete estadístico STATISTICA (15). Los datos fueron sometidos a un análisis exploratorio, obteniéndose las estadísticas descriptivas, histogramas y las correlaciones entre todos los indicadores y variables. Posterior al establecimiento de las tendencias y comportamiento de las variables en estudio se procedió a los análisis de varianza y prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO

A partir de la sistematización en el monitoreo semanal de las parcelas, se definen seis etapas fenológicas fundamentales en el desarrollo del cultivo de *D. bulbifera*, cuyo ciclo de producción dura un promedio de siete meses.

Brotación de los tubérculos: de manera regular se observó que sucede entre los 7 y 10 días después de la plantación, con la emergencia del tallo en el suelo. Este tiempo de brotación puede ser mayor cuando se utiliza tubérculos muy pequeños o tubérculos partidos como propágulos.

Crecimiento y ramificación: es el típico de una planta trepadora y se presenta con mucho vigor durante el primer mes, en el que puede alcanzar un ritmo promedio de 8 cm por día (Figura 1). Durante el segundo y tercer mes el ritmo de crecimiento descende levemente a 6,4 cm por día, a partir del inicio de la tuberización, para hacerse menor en los siguientes meses.

La ramificación ocurre a partir del alargamiento del tallo principal; por lo general, a un metro de altura de la base del tallo, si no ha ocurrido ninguna afectación al crecimiento del ápice principal. Estas tendencias de crecimiento se mantendrán hasta la aparición de los primeros signos de “maduración” de los tubérculos.

Tuberización: ocurre con la aparición de los primeros bulbillos en las axilas de las hojas. En la presente experiencia esto ocurrió a partir de la primera quincena del mes de junio; es decir, a los dos meses de la siembra. A partir de aquí la tuberización es un proceso continuo. Esto implica que se van a encontrar tubérculos en diferentes niveles de desarrollo y tamaño, aun en las fases finales de crecimiento de la planta (Figura 2).

Floración: las inflorescencias se observaron a partir del mes de agosto, cuatro meses después de la plantación. Al parecer no guardan ninguna relación con la tuberización, ya que ambos procesos ocurren de manera independiente sin afectarse. La literatura revisada plantea que estas flores no producen semillas viables, lo cual fue corroborado ambos años.

Maduración de tubérculos: se considera un tubérculo “maduro” o apto para el consumo, aquel que ha completado su crecimiento y acumulación de almidón y demás sustancias de reserva, hecho que se percibe con la desaparición de partes verdes y grisáceas en el mismo, momento en que se hará visible el inicio de la senescencia de la parte aérea de la planta. Teniendo esto presente los primeros tubérculos comestibles se observan desde el mes de octubre; es decir, seis meses después de la plantación. No obstante, la mayoría de los tubérculos alcanzan el desarrollo completo a los siete meses de la siembra. Esta característica plantea

la posibilidad de realizar la cosecha a partir del mes de noviembre, para concluir a más tardar el mes de diciembre, ya que demasiado tiempo implica la caída de una parte importante de los tubérculos al suelo, los cuales se desprenden fácilmente llegado este momento, con las consecuentes pérdidas.

Latencia: es característica del tubérculo basal subterráneo que se forma con el desarrollo de la planta y de los tubérculos aéreos o bulbillos. Este período de latencia coincide con el establecimiento de la temporada menos lluviosa del año, entre diciembre y marzo. Una vez iniciada la siguiente estación lluviosa se produce la brotación del tubérculo basal, lo cual permite que una misma cepa pueda ser cultivada al menos en dos ciclos consecutivos.

REQUERIMIENTOS DE CLIMA Y SUELO

Las plantas mostraron en todas sus etapas fenológicas una adecuada respuesta a las condiciones del trópico muy húmedo de la región de estudio, con

precipitaciones mayores a los 1,500 mm por año, temperatura promedio de 27 °C y humedad relativa superior al 90 %.

En cuanto a los suelos, de manera general se puede señalar, que los utilizados en el experimento no presentaron restricciones importantes para el desarrollo del cultivo, lo cual implica que esta especie parece alcanzar un desarrollo adecuado sin la necesidad de fertilización adicional. Los suelos utilizados son pardos amarillentos con textura franco arcillosa, el pH entre 4,7 y 5,4, el contenido de materia orgánica es alto con un promedio de 9,4 %, y una capacidad de intercambio catiónico (CIC) entre 19,4 y 38,9 meq 100 g⁻¹. Sin embargo, se observaron limitaciones serias cuando se evaluó el factor drenaje interno y externo, elemento que parece haber afectado los rendimientos en las parcelas de San Luis y Concepción en el primer año y que obligó al traslado de sus parcelas a un suelo con mejor drenaje. Esta preferencia por suelos sueltos con buen drenaje ya había sido anotada por estudios pioneros de la especie (16).

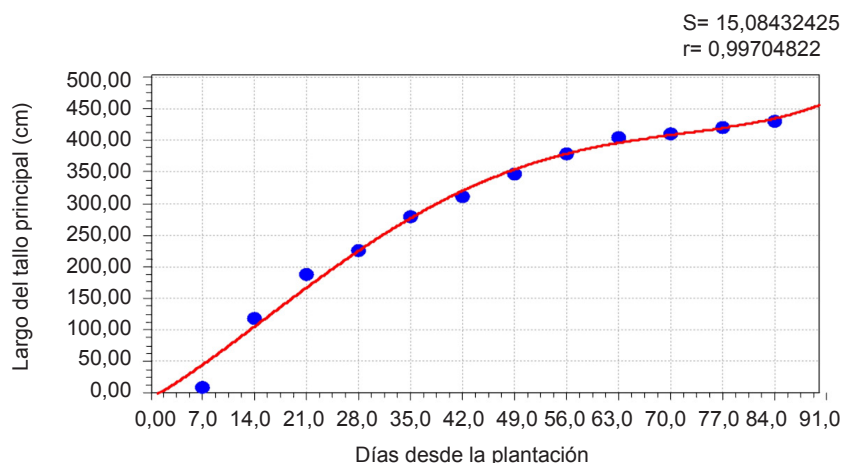


Figura 1. Crecimiento de tallo principal por día



Figura 2. Tubérculos de *D. bulbifera* a cinco meses de la plantación

INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

La principal plaga observada en este cultivo la constituye el ataque de arrieras (*Atta* spp.), las cuales afectan fundamentalmente las hojas, durante todo el desarrollo de la planta. De ello se deriva, como tarea prioritaria en este aspecto, eliminar las colonias de este insecto en un radio de 200 metros alrededor de la parcela, de preferencia antes de la siembra. La aplicación de insecticida en polvo con bomba en los nidos resultó un control bastante efectivo.

Otros insectos que aparecieron de manera esporádica en las parcelas, pero sin producir daños de importancia económica, fueron los grillos (*Gryllus* spp.) que pueden cortar el tallo principal en edades tempranas del cultivo. En las plantas de mayor desarrollo, más de un mes de brotación, ya no se observan ataques de esta plaga.

También se observaron afectaciones producidas por larvas de Lepidopteros que atacan de manera ocasional los tubérculos nuevos; es decir, al inicio de la etapa de tuberización. Con menos intensidad se observó ataques de *Trigona corvina* (zagaños) también en los tubérculos de edades tempranas. El ataque de pulgones (Aphididae) puede provocar lesiones en las hojas, sin afectar severamente la producción.

De igual forma no se detectó enfermedades de incidencia importante sobre *D. bulbifera*. Al parecer sí puede ser atacada por la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*, Penz) que afecta de manera importante a *D. alata* pero esta enfermedad solo alcanza a producir daños severos cuando las plantas se encuentran debilitadas, lo cual ocurre cuando se presenta exceso de humedad en el suelo (encharcamiento) o por efecto del ataque de arrieras. De ahí la importancia de garantizar un adecuado drenaje de los suelos, una buena selección del mismo y el control de arrieras.

No se observó plagas, ni la incidencia de alguna enfermedad que afecte los tubérculos durante su almacenamiento, lo cual es una característica deseable que permite una alta viabilidad del producto para su consumo, que puede durar almacenado entre tres y cuatro meses.

RENDIMIENTOS

Como se observa en la Figura 3, en el primer año las comunidades de "El Jobo" y "Belorizal" obtuvieron rendimientos superiores y diferentes significativamente del resto. Esto se atribuyó a la utilización de tubérculos muy pequeños como "semilla" en el primer año de estudio, ya que se observó que estos producen plantas de poco vigor en el crecimiento y la ramificación. De ahí la recomendación de utilizar para la propagación, tubérculos con diámetro mayor a 5 cm y un peso mayor a 350 g. Se señaló también la incidencia de algunos factores limitantes, como la textura y el drenaje del suelo y el ataque de arrieras (*Atta* spp.).

Esta interpretación derivó modificaciones para contrarrestar estas afectaciones. Así, los rendimientos obtenidos en todas las comunidades en el año 2013 muestran un comportamiento similar, ya que no se presentan diferencias significativas entre ellas. Esto parece responder al hecho de que en el segundo año se trabajó con mejor calidad de semilla (proveniente de la cosecha de 2012) y las parcelas con problemas de suelo ("San Luis" y "Concepción") fueron cambiadas de lugar.

Los rendimientos fluctuaron entre 0,79 y 2,0 kg planta⁻¹, con un promedio de 1,18 kg planta⁻¹, en ambos años, resultado que coincide con los reportados recientemente en la región de Orissa, en la India (17).

Al revisar el comportamiento de los rendimientos por planta por tipo de parcela (Figura 4), los resultados muestran que no se presentan diferencias significativas entre las parcelas tecnificadas en los dos años de evaluación.

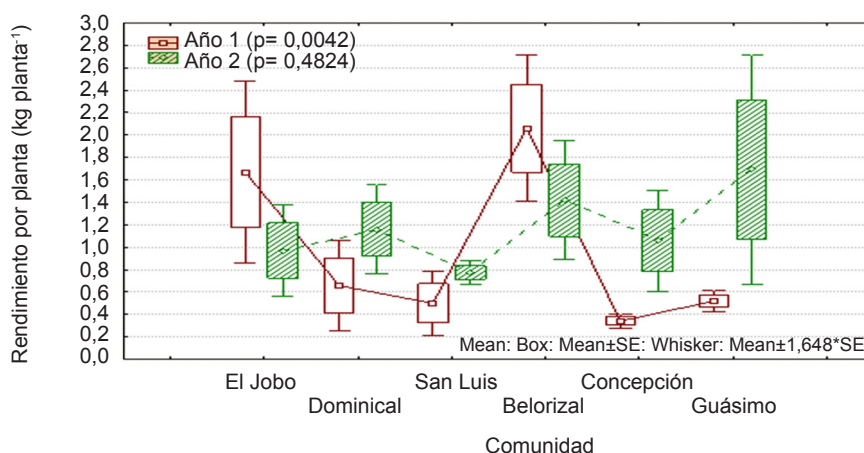


Figura 3. Rendimientos por planta por comunidad, años 2012 y 2013

En el año 2013 se obtuvo un rendimiento promedio mayor en las parcelas tecnificadas tipo 2, diferente significativamente a las parcelas tradicionales. Este resultado puede deberse a que un mayor espaciamiento favorece una mayor área foliar, con lo cual también se potencia una mayor producción de tubérculos.

En ambos años las parcelas tecnificadas siempre presentaron rendimientos mayores que las parcelas tradicionales, el cual es indicativo de que el nivel de tecnificación introducido favorece una mayor producción en este cultivo.

En relación a los rendimientos por superficie (Figura 5) se debe destacar que, en términos absolutos, las parcelas tecnificadas tipo 1 presentan los mejores rendimientos (5 t ha^{-1}), similar al reportado por la FAO, lo cual sugiere que es el marco de siembra recomendado para una plantación, cuando lo que prima es la intensificación de la producción por superficie. Se puede señalar, además, que en los anteriores resultados las parcelas tecnificadas tipo 2 presentaron mejores rendimientos por planta, por lo que no se descarta como marco de siembra para

plantaciones pequeñas, como las que normalmente establecen los agricultores campesinos.

En ninguno de los dos años de estudio se encontraron correlaciones entre los rendimientos y las variables evaluadas en el análisis de suelo.

COSTO DE PRODUCCIÓN

Al hacer el balance de los gastos para el establecimiento de este sistema de cultivo con los niveles de tecnificación introducidos (Tabla II) se destaca en primera instancia un costo de producción relativamente bajo, comparado con otras especies del mismo género como *D. alata*, que alcanza altos niveles de tecnificación y comercialización en Panamá (13).

No obstante, la principal ventaja radica en la baja dependencia de insumos foráneos, ya que estos solo representan entre un 14 y un 18 % del costo total. En contrapartida se destaca la alta utilización de recursos locales, sobre todo fuerza de trabajo. Si bien la producción actual de *D. bulbifera* está dirigida básicamente al autoconsumo, esta baja dependencia de insumos externos no deja de ser importante y decisivo para las unidades de producción campesina donde los recursos económicos son escasos.

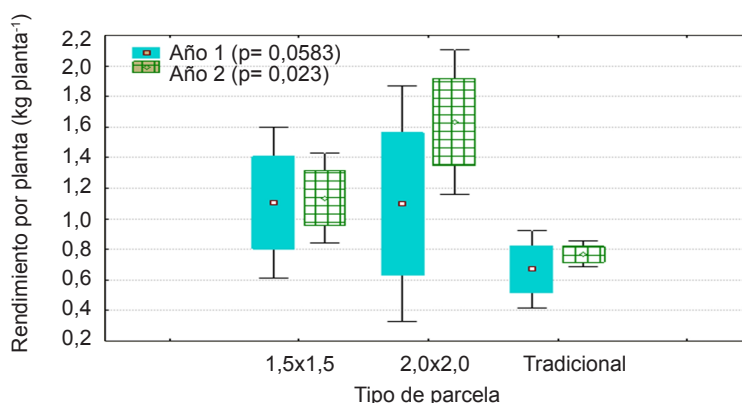


Figura 4. Rendimiento por planta por tipo de parcela, años 2012 y 2013

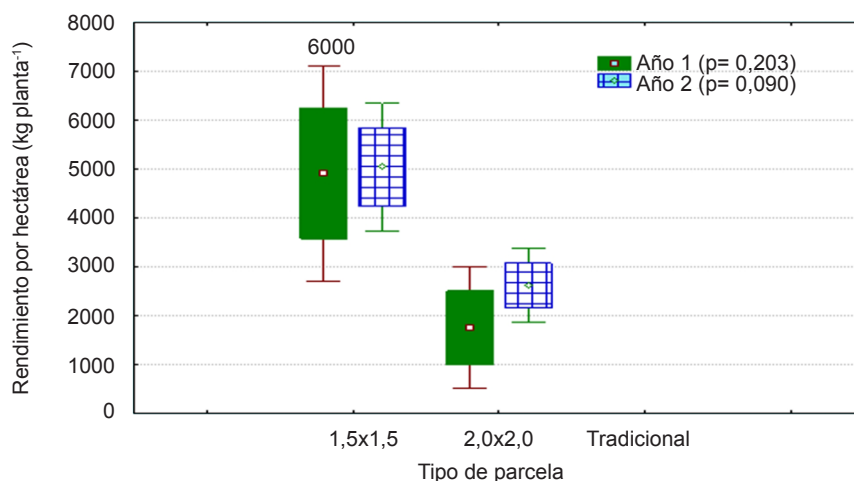


Figura 5. Rendimientos por hectárea en parcelas tecnificadas, años 2012 y 2013

Tabla II. Costo de producción por hectárea estimado en las parcelas tecnificadas

Insumo	Cantidad		Costo unitario (en USD**)		Sub-total (en USD)	
	Tecnificada 1	Tecnificada 2	Tecnificada 1	Tecnificada 2	Tecnificada 1	Tecnificada 2
Tipo de parcela	Tecnificada 1	Tecnificada 2				
Herramientas varias	global	global			56,00	56,00
Compra de propágulos	673 kg	242 kg	0,45	0,45	302,85	108,90
Compra de insecticida	2 Kg	2 Kg	10,00	10,00	20,00	20,00
Hilo para amarre	1 rollo	1 rollo	18,00	18,00	18,00	18,00
Sacos para cosecha	100	60	0,20	0,20	20,00	12,00
Jornales	48	44	8,00	8,00	384,00	352,00
Total (en USD)					800,85	566,90
Relación costo de fuerza de trabajo/costo total					0,479	0,620

**dólares de Estados Unidos

CONCLUSIONES

- ♦ Los resultados de este estudio fortalecen la hipótesis de que la papa de aire (*D. bulbifera*) posee cualidades para convertirse en un fitorecurso que puede contribuir a la seguridad alimentaria de la población de estas y otras regiones pobres de Panamá.
- ♦ Los rendimientos obtenidos; si bien no llegan a valores que puedan superar a otras farináceas, muestran que es una especie con mucha potencialidad, ya que presenta un casi nulo consumo de insumos externos y baja utilización de mano de obra. A ello se debe sumar su gran adaptabilidad a las condiciones de clima y suelo del trópico muy húmedo, su alta resistencia a enfermedades y plagas, así como su bajo deterioro en el almacenamiento.
- ♦ Dos años de evaluación *in situ* muestran que la introducción de niveles mínimos de tecnificación; en este caso, espaciamiento y uso de tutores, contribuyen, de manera importante, en la elevación de los rendimientos, ya que con esta distribución espacial se asegura un mayor desarrollo de las plantas y su área foliar, lo cual es determinante en los procesos de acumulación y tuberización.

RECOMENDACIONES

La intencionalidad de la domesticación de esta especie no se agota con el presente estudio, por lo que se recomienda continuar y ampliar el establecimiento de nuevas parcelas, aplicando la tecnificación alcanzada y haciendo las correcciones pertinentes.

AGRADECIMIENTOS

- ♦ A la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá (SENACYT) por el financiamiento otorgado para la realización de esta investigación.
- ♦ A los agricultores campesinos del distrito de Donoso, por su entusiasmo y apoyo en la realización de las actividades de campo.

BIBLIOGRAFÍA

1. González, V. M. E. "El Ñame (*Dioscorea* spp.). Características, usos y valor medicinal. Aspectos de importancia en el desarrollo de su cultivo". *Cultivos Tropicales*, vol. 33, no. 4, diciembre de 2012, pp. 05-15, ISSN 0258-5936.
2. Rodríguez, G. W. "Botánica, domesticación y fisiología del cultivo de ñame (*Dioscorea alata*)". *Agronomía Mesoamericana*, vol. 11, no. 2, 2000, pp. 133-152, ISSN 2215-3608.
3. Siqueira, M. "Yam: a neglected and underutilized crop in Brazil". *Horticultura Brasileira*, vol. 29, no. 1, marzo de 2011, pp. 16-20, ISSN 0102-0536, DOI 10.1590/S0102-05362011000100003.
4. Mariaca, M. R. *El huerto familiar del sureste de México*. edit. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México, 2012, 544 p., ISBN 978-607-7637-68-4.
5. Grijalva, P. A. *Flora útil: etnobotánica de Nicaragua*. edit. Gobierno de Nicaragua, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, 2006, 347 p., ISBN 978-99924-903-8-9.
6. Pérez, J.; Albert, D.; Rosete, S.; Sotolongo, L.; Fernández, M.; Delprete, P. y Raz, L. "Consideraciones etnobotánicas sobre el género *Dioscorea* (*Dioscoreaceae*) en Cuba". *Revista Ecosistemas*, vol. 14, no. 2, 2005, pp. 142-149, ISSN 1697-2473, DOI 10.7818/re.2014.14-2.00.
7. Abadía, X. R.; Pazos, S. C.; Castillo, S. K. C. y Pachón, H. "Alimentos autóctonos de las comunidades indígenas y afrodescendientes de Colombia". *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, vol. 60, no. 3, 2010, pp. 211-219, ISSN 0004-0622.
8. Mbaya, Y. P.; Santuraki, H. A. y Jauro, S. A. "Acceptance of Aerial Yam (*Dioscorea bulbifera* L.) for Food in Biu Emirate Council, Borno State, Nigeria". *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, vol. 3, no. 10, 2013, pp. 18-22, ISSN 2225-093X.
9. Mulualem, T. y Mohammed, H. "Genetic Diversity of Aerial Yam (*Dioscorea Bulbifera* L.) accessions in Ethiopia based on Agronomic Traits". *Annals of Plant Sciences*, vol. 2, no. 2, 10 de marzo de 2013, pp. 67-71, ISSN 2287-688X.

10. Jayeola, A. y Oyebola, T. "Morpho-molecular studies in the natural populations of *Dioscorea bulbifera* Linn. in Nigeria". *Analele Stiintifice ale Universitatii «Alexandru Ioan Cuza» din Iasi Sec. II a. Genetica si Biologie Moleculara*, vol. 14, no. 2, 30 de agosto de 2013, pp. 19-29, ISSN 1582-3571.
11. Sanful, R. E.; Oduro, I. y Ellis, W. O. "Proximate and Functional Properties of Five Local Varieties of Aerial Yam (*Dioscorea bulbifera*) in Ghana". *Middle East Journal of Scientific Research*, vol. 14, no. 7, 2013, pp. 947-951, ISSN 1990-9233.
12. Seeman, B. "Introducción a la flora del istmo de Panamá". En: Escobar N., *El desarrollo de las ciencias naturales y la medicina en Panamá: panorama histórico y antología*, edit. Universidad de Panamá, 1987, pp. 3-24.
13. Jiménez, D. y Hernández, R. *Manual técnico para el cultivo de ñame*. edit. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Departamento de Ediciones y Publicaciones, Panamá, 2009, 40 p., ISBN 978-9962-8903-8-6.
14. Jiménez, M. M. y Aguilar, M. A. "Estudio etnobotánico de la papa de aire (*Dioscorea bulbifera* L.) en Donoso (Colón, República de Panamá)". *Revista Luna Azul*, vol. 42, 2016, pp. 54-67, ISSN 1909-2474, DOI 10.17151/luaz.2016.42.6.
15. StatSoft, Inc. *STATISTICA (data analysis software system)* [en línea]. versión 8.0, [Windows], edit. StatSoft, US, 2007, Disponible en: <<http://www.statsoft.com>>.
16. Martin, F. W. *Tropical yams and their potential. 2. Dioscorea bulbifera* [en línea]. edit. U.S. Dep. Agric., Washington, D.C., 1974, 20 p., Agricultural Handbook, Stock Number 0100-03349, [Consultado: 6 de enero de 2016], Disponible en: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201302718383>>.
17. Behera, K. K.; Sahoo, S. y Prusti, A. B. "Relative Agronomic performance of different *Dioscorea* species found in different parts of Orissa". *Nature and Science*, vol. 7, no. 3, 2009, pp. 25-35, ISSN 1545-0740.

Recibido: 30 de septiembre de 2014

Aceptado: 15 de abril de 2015