

Revisión bibliográfica

EL ÑAME (*Dioscorea* spp.). CARACTERÍSTICAS, USOS Y VALOR MEDICINAL. ASPECTOS DE IMPORTANCIA EN EL DESARROLLO DE SU CULTIVO

Review

The Yam (*Dioscorea* spp.). Characteristics, uses and medicinal value. Important aspects of this crop development

María E. González Vega[✉]

ABSTRACT. In the last years the crop of the yam comes presenting a considerable increment, occupying a new dimension in the alimentary chain and being present in the development of the family agriculture. In this paper was made a revision with the objective of giving to know the potentialities of the yam, as well as to gather information that can be interesting to specialists that begin in the yam, and to farmers motivated in the same one. Inside the aspects related with the cultivation of the yam (*Dioscorea* spp.), considering its characteristics, aspects ethnobotanical, geographical distribution, uses more frequent, propagation; as well as their socioeconomic importance for developing countries, so much from the alimentary point of view, as medicinal and industrial.

RESUMEN. En los últimos años se ha alcanzado un incremento considerable en el cultivo del ñame; se observa que ocupa una nueva dimensión en la cadena alimentaria y está presente en el desarrollo de la agricultura familiar. En el presente trabajo se hace una amplia revisión bibliográfica con el objetivo de dar a conocer las potencialidades de este cultivo, así como recopilar información que pueda resultar de interés a especialistas que se inicien en el cultivo, y a productores motivados en el mismo. Dentro de los aspectos relacionados con el cultivo del ñame (*Dioscorea* spp.), se destacan sus características generales, aspectos etnobotánicos, distribución geográfica, usos más frecuentes, propagación; así como la importancia socioeconómica para países en vías de desarrollo, tanto desde el punto de vista alimentario como medicinal e industrial.

Key words: yam, *Dioscorea* spp., nutritional value, starch, medicinal properties

Palabras clave: ñame, *Dioscorea* spp., valor nutricional, almidón, propiedades medicinales

INTRODUCCIÓN

El ñame (*Dioscorea* spp.) es un cultivo de elevada importancia socioeconómica, en especial para los países en desarrollo situados en los trópicos, es difundido y cultivado a mayor escala en África, Caribe, Asia y Oceanía (1)¹.

La familia Dioscoreaceae está representada por entre seis y nueve géneros y alrededor de 600 a 900 especies, muchas de ellas de

elevado potencial económico. Alrededor de 25 especies de *Dioscorea* son citadas como alimenticias, 15 especies como medicinales y seis como ornamentales². Más de 60 especies de este género tienen valor económico, a pesar del escaso conocimiento taxonómico sobre la familia (2).

Cerca de nueve especies son extremadamente importantes para la producción industrial de hormonas sexuales y cortisona (3, 4).

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 pertenece la mayoría de las especies cultivadas y silvestres de la familia, engloba especies tropicales originarias de África, Asia y América².

Antes de la introducción de otros cultivos con propiedades nutritivas donde se emplearon raíces, el ñame constituía la principal fuente de carbohidratos para los pueblos de

Dra.C. María Esther González Vega, Investigador Titular del departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700.

✉ esther@inca.edu.cu

¹Mendes, R.A. Cultivando el inhame ou cara da Costa. Cruz das Almas: EMBRAPA, 2005. p. 26 (Circular Técnica no. 4).

²Pedralli, G. Revisao taxonomica das especies de Dioscoreaceae (R.Br.) Lindley da Cadeia do Espinhaco, Minas Gerais e Bahia, Brasil. Tese (Doutorado em Ciências- Botânica)/ Depto. Botânica/ Universidade de Sao Paulo, Sao Paulo. 1998, 400 p.

África Occidental y Central (5). En los últimos años, el cultivo del ñame presenta un incremento considerable, y ocupa una nueva dimensión en la cadena alimentaria, estando presente en el desarrollo de la agricultura familiar. La producción mundial en los últimos cinco años se estima en más de 253,5 millones de toneladas y se siembran más de 5,5 millones de hectáreas anualmente³.

En Cuba, las producciones de este cultivo han ayudado a la diversidad y estabilidad alimentaria pero aún son bajas debido, entre otras causas, a la falta de material de plantación de calidad, para incrementar los volúmenes de plantación y producción⁴.

Dada la amplia gama de usos que tiene este cultivo, dentro de los que cabe señalar: alimentos básicos (consumo fresco y en forma procesada), alimento animal y como materia prima para fines industriales, constituye una fuente cada vez más importante de alimento, empleo rural y de ingreso para la creciente población de países en desarrollo (6).

En Cuba, el ñame se ha convertido en un excelente cultivo de ecosistemas montañosos, a partir del cual los campesinos satisfacen parte de sus requerimientos energéticos y lo utilizan como alimento animal. En este sentido, en los últimos años se ha incrementado la demanda en el mercado nacional, no solo en las regiones donde se ha cultivado tradicionalmente, sino también en el occidente del país; sin embargo, no siempre se cuenta con suficiente información sobre las propiedades de las especies de interés del género *Dioscorea*, así como de las exigencias durante su cultivo. Es por ello que la presente

revisión bibliográfica tuvo como objetivo esencial hacer una amplia recopilación sobre el género *Dioscorea* spp. con la finalidad de dar a conocer las potencialidades de este cultivo, así como agrupar información que pueda resultar de interés a especialistas que se inicien en el rescate, multiplicación y conservación del cultivo, y a productores motivados en fomentar el mismo.

EL ÑAME (*Dioscorea* spp.)

ORIGEN Y EVOLUCIÓN

El Ñame (*Dioscorea* spp.) es un género de amplia distribución y dentro de él se encuentran especies cultivadas y silvestres de la familia Dioscoreaceae; engloba especies originarias de África, Asia y América. Las mismas son cultivadas en regiones tropicales, subtropicales y templadas de todo el mundo (7).

Los ñames son plantas dioicas del género *Dioscorea*, producen tubérculos y bulbillos (tubérculos aéreos) de importancia económica. Vavilov (1950) señaló a Burna como el principal centro de origen de este cultivo (8).

Los primeros colectores alrededor de 5000 a.c., notaron que la remoción cuidadosa de los tubérculos le permitía a la planta de ñame recuperarse y producir nuevos tubérculos (9). La forma ancestral del ñame consistió en plantas con enraizamiento profundo y superficial. Esta última forma resultó la seleccionada por el hombre, por su facilidad para la cosecha (10).

El género *Dioscorea* spp. alcanzó su distribución mundial al final del Cretáceo y su evolución ocurrió por separado en el nuevo y viejo mundo. Se plantea que la separación del ancestro asiático del africano ocurrió posteriormente en el Mioceno. Las diferencias entre el ñame y el resto de las raíces y tubérculos radica en su amplia diversidad genética y origen a partir de diferentes centros: América tropical (*D. trifida*), África occidental (*D. rotundata*, *D. cayenensis*, *D. bulbífera*, *D. dumetorum*) y el sudeste asiático (*D. alata*, *D. esculenta*, *D. oposita*).

Aunque el ñame tiene mayor importancia en regiones de clima tropical y subtropical (7), las evidencias indican que es cultivado en el mundo entero (Figura 1).

D. alata se dispersó antes de los 100 a.c. en Tailandia y Vietnam y a través del sur del Mar Chino donde se desarrolló un centro de origen secundario cerca de las islas Celebes y de aquí se extendió a Nueva Guinea y Polinesia. Posteriormente, continuó su dispersión hacia el oeste estableciéndose en los desiertos de Baluchistan y Punjab. Luego, a través del comercio de esclavos los ñames fueron dispersos del oeste de Asia a África (alrededor de 1500 d.c.) y América (alrededor de 1550 d.c.) (10).

La familia Dioscoreaceae está representada en Cuba por especies tanto cultivadas como nativas. Los ñames nativos están representados



Figura 1. Distribución geográfica de la familia Dioscoreaceae

³ FAOSTAT. 2009. Disponible de semilla de namele. [Consultado: 2/febrero/2011.]. Disponible en: <http://www.fao.org>.

⁴ Cabrera, M. Formación de microtubérculos de ñame (*Dioscorea alata* L.) clon «Pacala Duclos» en sistemas de inmersión temporal como material vegetal de plantación. [Tesis de Doctorado]; UCLV, Santa Clara. 2009. 88 p.

por cerca de 20 especies de dos géneros: *Rajania* y *Dioscorea*. *Rajania* produce tubérculos comestibles mucho más pequeños que las especies cultivadas de *Dioscorea*, las que pueden tener un crecimiento mayor en condiciones severas; sin embargo, las especies nativas de *Rajania* son una fuente potencial importante para el desarrollo genético de los ñames cultivados.

Se plantea que los ñames se originaron en regiones forestales y que su capacidad para trepar es una adaptación a este ambiente, caracterizado por alta humedad relativa y baja radiación solar, aunque es de destacar que las especies comerciales crecen sin sombra y bajo las condiciones de humedad de los campos abiertos. Generalmente los agricultores utilizan tutores para cultivar ñame pero tanto *D. alata* como *D. rotundata* pueden desarrollarse sin este soporte (11).

CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

El Ñame (*Dioscorea* spp.) es una planta monocotiledónea de la familia Dioscoreaceae, cuyo órgano de reserva es conocido como tubérculo (12, 13). A este género pertenecen más de 600 especies de plantas, herbáceas, anuales, dioicas, de flores pequeñas rosadas o crema (1, 14). Los frutos son cápsulas dehiscentes y la polinización es entomófila (15).

Según Janssens (16), su ubicación taxonómica es la siguiente:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Liliopsida
Orden: Dioscoreales
Familia: Dioscoreaceae
Género: *Dioscorea*

De acuerdo con Bressan (2005)⁵, el género *Dioscorea* es muy amplio y puede ser subdividido taxonómicamente en secciones como:

- ♦ *Enantrophyllum*- *Dioscorea rotundata* Poir., *Dioscorea alata* L., *Dioscorea cayenensis* Lam., *Dioscorea oposita* Thunb. y *Dioscorea japonica* Thunb.
- ♦ *Combilium*- *Dioscorea esculenta* (Lour.) Burk
- ♦ *Osophyton*- *Dioscorea bulbifera* L.
- ♦ *Macrogynodium*- *Dioscorea trifida* L.

Desde el punto de vista morfológico es de gran importancia destacar que las plantas de la sección *Enantrophyllum* se caracterizan por su tallo torcido en el sentido al movimiento de las manecillas del reloj. En todas las otras secciones los tallos de las plantas presentan una torsión en sentido contrario al horario. Este aspecto es considerado en la elaboración de claves botánicas para la clasificación de plantas pertenecientes al género (17).

En sentido general, el ñame es una planta cuya raíz comestible es muy apetecida por su valor alimenticio y rico sabor. La parte superficial de la planta es una enredadera trepadora con tallos (bejucos) que pueden alcanzar más de tres metros.

El tallo de la planta de ñame es parecido a una cuerda y comúnmente se denomina «bejuco». El tallo de ñame espinoso (*D. rotundata*), para su desarrollo y para la producción de la planta, necesita un soporte donde enrollarse, mientras que otros como el ñame criollo (*Dioscorea alata*), pueden desarrollar los tallos postrados o enrollados en un soporte o «tutor». Generalmente los tallos de ñame enrollan hacia la derecha en el «tutor», pero hay algunos cultivares que enrollan hacia la izquierda⁶.

Las hojas de ñame tienen una gran variabilidad en cuanto a la forma, tamaño y color. Generalmente, la hoja es simple y con márgenes lisos, el ápice es puntiagudo, no tiene pubescencia y el peciolo es largo, pudiendo ser alado

o espinado. La base del peciolo puede tener un par de espinas como en *D. esculenta*, o estructura en forma de oreja como en *D. bulbifera* y *D. alata* o simplemente presentar una inflamación como en el caso de *D. rotundata* y *D. cayenensis*.

El color de la hoja de ñame, dependiendo del cultivar, tiene la tonalidad verde, pero en hojas jóvenes de ñame criollo (*D. alata*) se pueden apreciar pigmentos de antocianina. La posición de las hojas en el tallo es opuesta o alterna, y en ocasiones varía en una misma planta. La combinación de la posición de la hoja con el doblamiento del peciolo en determinado sentido expone a la lámina foliar a una máxima cantidad de luz solar (18).

El ñame se caracteriza por tener un sistema de raíces fibroso o en forma de cabellera, de crecimiento horizontal dentro de los primeros 30 cm de profundidad del suelo, aunque algunas raíces profundizan hasta 1 m. El sistema de raíces se desarrolla abundantemente, en la primera etapa de la vida de la planta, o sea durante las seis semanas después de la emergencia. Independientemente del método de propagación empleado, las raíces principales brotan de una estructura llamada Cormo y un segundo tipo de raíces emergen del tubérculo.

Las plantas de ñame del género *Dioscorea*, generalmente son dioicas, es decir, que tienen únicamente flores masculinas o plantas que solo tienen flores femeninas (1) y como casos excepcionales se han reportado plantas monoicas; sin embargo, muchos cultivares no florecen debido a la influencia del ambiente en que se desarrollan. Las flores masculinas se producen en panículas, en las axilas de las hojas; cada flor tiene tres sépalos, tres pétalos y de tres a seis estambres. La estructura de la flor presenta un color blancuzco o grisáceo que no es muy vistoso. La flor femenina es más grande que la masculina y se da en forma de espiga en las axilas de las hojas; está conformada por tres sépalos, tres pétalos y un ovario inferior.

⁵Bressan, E. A. Diversidade isoenzimática e morfológica do inhame (*Dioscorea* spp.) coletados em rocas de agricultura tradicional de Vale da Ribeira. S. P. Dissertação (Mestrado em Ecologia da Agroecossistemas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005, 172 p.

⁶MINAG. Instructivo Técnico del Cultivo del Ñame. Castellanos, P. (Ed.). SEDGRI/AGRINFOR, Ciudad de La Habana, Cuba, 2008, 18 p.

El ovario tiene tres lóculos o compartimientos, conteniendo cada uno dos óvulos.

En muchas especies de *Dioscorea* las flores, para la polinización por insectos, tienen olores y producen granos de polen que son pegajosos; sin embargo, en condiciones de campo un número significativo de flores femeninas no son polinizadas, por lo cual se suceden abortos y caída de frutos jóvenes, lo que pudiera atribuirse a que las principales especies exhiben una floración irregular, a la asincronía entre las floraciones femenina y masculina, al pequeño tamaño de la flor, a que las flores están en solitario en forma de espigas y a la influencia de determinados factores, tales como la ausencia de polinizadores naturales y la práctica de establecer un solo clon en áreas pequeñas.

El fruto del ñame es una cápsula de 1-3 cm de largo, con tres compartimientos o lóculos (15). En la unión de los lóculos se presentan alas planas, por donde, al secar el fruto se produce la dehiscencia o abertura del fruto, para dar paso a la dispersión de la semilla. Cada lóculo contiene dos semillas, pero en el campo una o ambas pueden fallar en su germinación. La semilla es pequeña y posee alas planas para la dispersión por el viento.

El Cormo es una estructura que se presenta en las primeras etapas de la planta. Se localiza en la base del tallo o «bejuco» y aparece después de emitidos los primeros brotes que conformarán el follaje. Una vez desarrollado el Cormo, este emitirá las raíces principales de la planta de ñame y dará origen al tubérculo; es decir, esta estructura es el punto de unión o de encuentro del tallo, del tubérculo y de las raíces. El Cormo, cuando es poco desarrollado, puede permanecer adherido al tubérculo después de la cosecha, como en las especies de ñame criollo (*D. alata*) o puede ser separado del tubérculo, una vez que esté bien diferenciado, para dar origen a una nueva producción de tubérculos, como en el caso de las especies de ñame espino (*D. rotundata*) (12).

Los tubérculos varían mucho en forma y tamaño, aún en la misma planta; los hay en forma esférica, fusiforme, claviforme y a menudo con ramificaciones muy cortas. La superficie es rugosa, a veces con raicillas y con tonalidades desde blancuzca a chocolate oscuro. La textura del tubérculo puede variar de suave y húmedo a áspero, seco y harinoso. La pulpa es uniforme, compacta y varía de color blanco, amarillo hasta morado, con un sabor y apariencia característicos, después de cocido. El peso de los tubérculos está entre 300 y 400 g cada uno.

Las especies más utilizadas se caracterizan por presentar tubérculos de una coloración de castaño claro a oscuro y masa de blanca a crema en *D. alata*, de castaño claro a oscuro y masa de blanca-amarilla a amarilla en *D. cayenensis* y coloración castaño y masa blanca en *D. rotundata*⁷.

Los bulbillos son estructuras que no todas las especies de ñame tienen la capacidad de producirlas. La estructura de los mismos es similar a la de los tubérculos, su centro es un tejido de almacenamiento y está ocupado por la pulpa, constituida por granos de almidón. La producción de bulbillos, en las axilas de las hojas, no se inicia en la planta hasta que esta alcanza cierto grado de madurez (17). La producción de estos se da continua durante el período de vida de la planta; es decir, los bulbillos viejos maduran, se caen y son reemplazados por otros nuevos que crecen cercanos al meristemo apical. Su color, forma y peso son variables desde coloraciones gris a pardo oscuro, desde formas angulares, redondeadas a forma de riñón y con pesos de tres gramos hasta mayores de un kilogramo.

La propagación de este cultivo por semilla sexual presenta

⁷Pedralli, G. Dioscoreaceae e Araceae: aspectos taxonomicos, etnobotanicos e especies nativas com potencial para melhoramento genetico. In: SANTOS, E. S. (Codo.) Simposio Nacional sobre as culturas do Inhame e do Taro. 2003. 2: 39-53.

dificultades ya que son plantas dioicas y con flores pequeñas (19). Debido a su alta heterocigosis, los cultivos y clones élite son propagados vegetativamente (20). Para esto, se emplean segmentos de tallos, bulbillos axilares y tubérculos enteros o segmentos de los mismos. Los bulbillos deben seleccionarse según el peso y clasificarse en bulbillos de primera (mayores de 80 g), bulbillos de segunda (entre 40 y 80 g) y bulbillos de tercera (entre 10 y 40 g), realizándose la plantación por separado.

IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO

El ñame en América tropical es cultivado por pequeños y mediados agricultores en pueblos indígenas desde la época precolombina. Constituye la principal fuente de ingresos y empleo en muchas zonas rurales del mundo.

Antes de la introducción de otros cultivos con propiedades nutritivas donde se emplearon raíces, el ñame constituía la principal fuente de carbohidratos para los pueblos de África Occidental y Central (5). Dada la amplia gama de usos que tiene este cultivo, dentro de los que cabe señalar: alimentos básicos (consumo fresco y en forma procesada), alimento animal y como materia prima para fines industriales, se ha convertido en una fuente cada vez más importante de alimento, empleo rural y de ingreso para la creciente población de países en desarrollo (6).

El ñame era considerado un cultivo de subsistencia, cultivado y consumido por personas pobres. Sin embargo, según reportes de la FAO, la producción mundial de este cultivo se incrementó en un 40 % entre 1961 y 1999 (21) y posteriormente ha continuado creciendo su producción, lo que probablemente no solo se deba a su uso como alimento básico, sino al desarrollo de la agroindustria farmacéutica que se tornó en un agronegocio del ñame, siendo ampliamente considerado lo relacionado con la extracción y uso de los derivados de la diosgenina⁷.

Según Lebot (22), las principales especies del género *Dioscorea*, por orden de importancia en el mundo son: *Dioscorea cayenensis* Lam., *D. rotundata* Poir., *D. bulbifera* L., *D. alata* L., *D. esculenta* (Lour.) Burk., *D. pentaphylla* L., *D. oposita* Thunb., *D. nummularia* Lam., *D. trasversa* R.Br. y *D. trifida* L., las que fueron domesticadas independientemente en América, África, Madagascar y Sur y Sudeste de Asia.

De todas estas especies citadas, las cultivadas de mayor importancia a nivel mundial y en Cuba en la alimentación humana son: *D. alata*, *D. cayenensis* y *D. rotundata* y con menor importancia a nivel comercial se puede mencionar cultivos de las especies *D. trifida* L., *D. bulbifera* L. y *D. oposita* (23).

El cultivo del ñame, en términos de agronegocio constituye una actividad generadora de empleo, cuyas cifras anuales en el mundo alcanzan significativos valores. Algunos autores, destacan que los países tropicales africanos de la región occidental, en especial, Nigeria, Costa de Marfil y Gana son los mayores productores de ñame a nivel mundial (Tabla I) (24).

En estos países se concentra el 91 % del total de la producción de este cultivo en el mundo, con 39.897,327 t.año⁻¹, y un área plantada

de 4.438,362 ha. Nigeria asume el 70 % de lo que se produce mundialmente, alcanzando valores superiores a los 26 millones de t.año⁻¹, con una productividad media de 19,553 kg.ha⁻¹.

Entretanto, países como Japón, que dispone de mayor desarrollo tecnológico, llega a alcanzar una productividad superior⁸ a 22.000 kg.ha⁻¹.

En Cuba, el desarrollo extensivo del ñame ha estado limitado; entre otras causas, por la poca disponibilidad de material de plantación con calidad fisiológica y sanitaria⁹.

Se plantea que los incrementos en la producción de raíces y tubérculos para el año 2020 se originarán por la demanda de papa (*Solanum tuberosum* L.) y ñame para alimento humano, así como de yuca y boniato para alimento animal y producción de almidón¹⁰.

En el Nordeste de Brasil, aunque en la mayoría de los casos el ñame se ha considerado un cultivo de subsistencia, tiene gran importancia socioeconómica en los escenarios de la agricultura familiar, con un significativo potencial de desarrollo, lo que contribuye a la alimentación humana en poblaciones rurales y urbanas, beneficiando poblaciones carentes, además de ser fuente de renta para medianos y pequeños productores¹.

Brasil produce cerca de 230.000 t de ñame anualmente con un área plantada de 25.000 ha, ocupa el segundo lugar en cuanto a volumen producido en América del Sur, superado solo por Colombia⁷ con 255.000 t.ha⁻¹.

Es de señalar que el destino de la producción depende de la calidad del producto y de la época del año. Actualmente se ha valorado su potencial de expansión a través de la exportación de los tubérculos, especialmente para Europa. De la producción brasilera de ñame, 4000 t.año⁻¹ son exportadas, mientras que otros países suramericanos destinan el total de su producción al mercado interno. De aquí que este cultivo se destaque por su alto valor comercial, con fuerte potencial para el agronegocio de exportación para Europa, con significación para Francia e Inglaterra y para los Estados Unidos (25).

En el caso de Cuba, el ñame se ha convertido en un excelente cultivo de ecosistemas montañosos, a partir del cual los campesinos satisfacen parte de sus requerimientos energéticos y lo utilizan como alimento animal. En este sentido, en los últimos años se ha incrementado la demanda en el mercado nacional, no solo en las regiones donde se ha cultivado tradicionalmente, sino también en el occidente del país, dado por la migración de personas de una región a otra. De igual modo, se ha incrementado la demanda para la exportación hacia Islas del Caribe, Norte América y Europa⁴.

VALOR NUTRICIONAL

La crisis de alimentos que hoy azota al mundo es y continuará siendo uno de los peores obstáculos para el desarrollo de la humanidad, esta crisis solo puede ser revertida con un incremento en la producción de alimentos (26).

Para ello resulta muy significativo valorar las diferentes especies de plantas, lo que incluye aquellas cuyos beneficios e importancia son aún desconocidos o poco divulgados, ya que han resultado ignoradas a lo largo

Tabla I. Producción mundial de ñame (*Dioscorea* spp.)

Continente	Producción (t)	Productividad (t.ha ⁻¹)
Mundo	54.098	10.7
África	53.109	10.8
América Central	493.000	10.0
América del Sur	633.000	9.8
Asia	215.000	15.9
Oceanía	364.000	15.0

Fuente: FAO (2010)⁸

⁸FAO 2010. [Consultado: 2/octubre/2011.]. Disponible en: <http: faostat. FAO. Org>.

⁹Rodríguez, S. Situación actual y perspectivas de los cultivos varios. Informe a la Asamblea Nacional del Poder Popular. Ministerio de la Agricultura. Ciudad de la Habana, 29 de junio del 2004.

¹⁰Scott, G.; Rosegrant, M. and Ringler, C. Roots and tubers for the 21st Century: Trends, projections, and policy options. Food, Agriculture and the Environment Discusión 31. Washinton, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Potato Center (CIP). 2006.

de la historia (27). En este sentido, actualmente los estudios relacionados con el valor nutricional de plantas cultivadas, poco utilizadas, y de plantas silvestres, que resulten útiles para la alimentación son de considerable significación, ya que pueden ayudar a identificar recursos con potencialidades nutritivas poco conocidas.

Entre las raíces y tubérculos usados en la alimentación humana, el ñame tiene un gran valor por constituir un producto de alto valor nutricional para poblaciones rurales y urbanas, siendo cultivado hace más de 2000 años; el mismo proporciona alrededor de 200 calorías en la dieta diaria de más de 300 millones de personas del trópico (28).

Es de señalar que constituye una excelente fuente de carbohidratos, sales minerales como el calcio, el hierro y el fósforo (29), contiene determinados niveles de vitaminas A y C (30), así como la vitamina B1 o tiamina, importante en el crecimiento de los niños, y la vitamina B5 de importancia para el sistema inmunológico. También contiene riboflavina, niacina, ácido ascórbico, piridoxina y carotenos. Además, sus tubérculos poseen la mayor parte de los aminoácidos esenciales tales como: arginina, leucina, isoleucina y valina, encontrándose en menor proporción la histidina, triptófano y metionina. Es de destacar, que presenta bajos niveles de grasa, es buen estimulante del apetito y excelente depurador de la sangre¹¹.

El ñame (*Dioscorea* spp.) es un alimento rico en proteínas y calorías y su almidón es semejante al del maíz, tanto en sabor como en textura y color, este es empleado por industrias alimenticias con la misma finalidad que el almidón de maíz (31).

Las partes comercializables en algunos de los clones más

productivos de ñame presentan de 40 a 50 % de su parte amídica formada por rizomas con pesos superiores a 5,0 kg, con diversas formas y sin atractivos visuales para el consumidor y tubérculos de tamaño pequeño. A pesar de esto, los niveles de almidón (51, 59 %) y de proteínas (9,04 %) son altos y comparativamente parecidos o superiores a los de maíz (52, 32 % de almidón y 8,28 % de proteínas) (32). El ñame presenta una composición similar a la de la papa, pero con mayor contenido de proteínas, lo que le confiere altas potencialidades con respecto a esta y otras plantas de tubérculos tropicales (25), razón por la cual es más apreciado en muchos países.

La determinación de la composición química de productos como el ñame, que constituyen alimento básico de gran utilización en la nutrición de diferentes clases sociales, es muy importante ya que permite conocer los componentes más relevantes. En la Tabla II se presentan algunos de estos elementos, destacándose el almidón como el principal componente de la fécula¹¹, sustancia alimenticia blanca, ligera y suave que se extrae del tubérculo.

Se plantea que desde tiempos atrás, el ñame fue muy utilizado como alimento en navíos, debido a su fácil manipulación y posibilidad de conservación durante varios meses. Además, que dada la presencia de vitamina C en la composición de los tubérculos, se empleaba como un

valioso alimento anti-escorbuto en viajes largos (9). Durante mucho tiempo fue empleado por los pueblos autóctonos en viajes por los océanos Índico y Pacífico, y más tarde, por los portugueses y españoles.

De forma general, el ñame es una amilácea que se utiliza para consumo directo, en forma cocida, sopas, guisos o frito y también puede ser utilizado para la fabricación de harinas, cake, tortas y dulces¹; así como por algunas industrias en la preparación de papillas para bebé. En determinadas regiones, el desarrollo de productos alimenticios que tienen como base raíces y tubérculos tropicales de tradición de cultivo, como el ñame, ha ganado el interés de productores rurales e industriales, ya que posibilita el incremento de toda la cadena productiva.

En Cuba, la familia Dioscoreaceae está representada por especies tanto cultivadas como nativas, popularmente llamadas ñames. Los cultivados son primariamente originados en el oeste africano y constituyen un elemento dietético importante en la región oriental del país, donde son preferidos frecuentemente como viandas. De las especies de *Dioscorea* presentes en Cuba, cinco son reconocidas y utilizadas por la población (*D. alata* L., *D. esculenta* Lour, *D. cayenensis* Lam, *D. bulbífera* y *D. tamoidea* Griseb var. *tamoidea*) y cuatro son conocidas pero sin uso reportado (*D. ravenni* F., *D. tamoidea* var. *Lindenni*, *D. lindenni* Uline,

Tabla II. Caracterización de la fécula de ñame (*Dioscorea* spp.)

Análisis	mg/100 g
Base seca	
Almidón	83.6
Azúcar reductor	0.11
Proteínas	0.09
Lípidos	0.10
Cenizas	0.22
Fósforo	0.022
Amilosa % almidón	23.65
Tamaño de los gránulos (µm)	13-18
Forma de los gránulos	Elipsoide y ovoide

Fuente: Cereda (2002) (33)

¹¹ Santos, E.S. Manejo sustentable da cultura do inhame (*Dioscorea* spp.) no nordeste do Brasil. In: Simposio Nacional sobre as culturas de Inhame e Taro, 2. Joao Pessoa. Anais. Joao Pessoa: EMEPA-PB. 2002, p.181-195. 36

D. cubensis, *D. wrightii* Knuth), estas últimas endémicas (34).

Es válido destacar que el ñame también es utilizado como materia prima en la elaboración de concentrados para animales, a base de proteínas y almidón, cuando el mismo posee un buen rendimiento en materia seca total, superior al 15 %.

VALOR MEDICINAL

Al género *Dioscorea* pertenecen especies que, además de servir como alimento para el hombre, están constituidas por principios activos, tales como saponáceos y diosgenina, que son empleados en la elaboración de productos de uso farmacológico e industrial, como por ejemplo, los anticonceptivos orales y cosméticos (1, 7). Además, las propiedades de algunas especies de *Dioscorea* son valiosas para la producción de taninos, sustancias antialérgicas, sapogeninas esteroidales y alcaloides⁷.

En este sentido, el ñame medicinal *D. floribunda* Mart. Et Gal. es una fuente importante de diosgenina empleada en la síntesis de cortisona, y en otros compuestos corticoesteroides, útiles para tratamientos alérgicos (5). Por otra parte, las materias primas alternativas sin gluten, procedentes de este cultivo, podrían ocupar un mercado altamente carente, el de los celíacos, así como el de otros síndromes que precisan de la exclusión del gluten de la dieta (32).

A partir de estudios realizados en varias especies de *Dioscorea*, los tubérculos de *D. bulbífera* var. Vera presentaron el mayor contenido de fenoles libres (35), valores que resultaron superiores a los encontrados en otros cultivos como *Manihot esculenta* (yuca) e *Ipomoea batatas* (boniato)¹². Estos resultados son de interés ya que

recientes investigaciones revelan que los fenoles, compuestos solubles en agua (36), son el principal componente con propiedades antioxidantes en la dieta humana, con una importante incidencia en el decrecimiento de enfermedades crónicas (37).

OTROS USOS

El almidón de *D. alata*, también ha sido estudiado como polímero promisorio en la confección de biofilmes, dado su contenido de amilosa (aproximadamente 30 %), polímero responsable por la capacidad para la formación de filmes en los almidones (38); aunque es conocido que la utilización de filmes y revestimientos comestibles y biodegradables para la protección de alimentos fue practicada en tiempos pasados de forma empírica. En este mismo sentido, Cereda (2002) destacó la relevancia del uso del ñame como materia prima para la producción de almidón, como una de las formas de valorización del cultivo (33).

El almidón es un producto globalizado y con diversas aplicaciones industriales. Se considera que la producción mundial de almidón está alrededor de 40 millones de toneladas, extraídas principalmente del maíz, la yuca y la papa. Este producto es la principal sustancia de reserva en plantas superiores, proporcionando del 70 al 80 % de las calorías consumidas por el hombre. Actualmente la demanda del mismo ha crecido de forma sustancial, principalmente por el sector industrial, para la fabricación de panes y más recientemente para la producción de enzimas y biocombustibles, así como el interés en almidones naturales que puedan ser utilizados en la industria alimenticia, por ello se hace necesario la búsqueda de nuevas fuentes (39, 40).

En este sentido las especies del género *Dioscorea* spp., pueden constituir una alternativa viable. Es por ello que considerando la importancia industrial de la

amiloglucosidasa en la producción de siropes de glucosa, biocombustibles amiláceos, y el creciente interés por la fermentación en estado líquido, se han realizado diferentes estudios, con resultados alentadores, donde se emplea el cultivo del ñame como sustrato inductor en las etapas de producción y caracterización enzimática de amiloglucosidasa por hongos del género *Aspergillus*¹³.

CONDICIONES DE CULTIVO

El ñame requiere temperaturas entre 18 y 30°C para su cultivo. La temperatura influye en el rebrote o retoño de los tubérculos, las más favorables están en el rango de 25-30°C y los valores que pueden retrasar los rebrotes son temperaturas entre 15 y 35°C (41). Se plantea que la temperatura es el factor climático que más incide en el desarrollo del cultivo. En determinadas zonas de Cuba, donde no se alcanzan de forma sostenida las temperaturas más elevadas, dentro de las que se señalan como óptimas para el cultivo, pero sí predominan temperaturas en el rango de las más favorables por ejemplo 24-27°C, se ha observado que estas en conjunto con las precipitaciones, promueven un desarrollo exuberante del follaje, lo cual está relacionado con altas producciones de tubérculos.

Para el buen crecimiento y desarrollo del ñame, se requiere de aproximadamente 1500 mm de precipitación anual bien distribuida durante el ciclo (42). Este cultivo durante los primeros cuatro meses de efectuada la plantación requiere un abasto de agua que puede garantizarse con un riego de 300 m.ha⁻¹ cada 9-12 días en suelos rojos y entre 12-15 días para suelos negros; después hasta los ocho y nueve meses de plantado los intervalos deben ser de siete a diez días para suelos rojos y en suelos negros de nueve a doce días. El riego se retirará entre los 30-45 días antes

¹² Cardoso, C. E. Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fecula de mandioca no Brasil. Tese (Doutorado em Economia Aplicada)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003, 188 p.

¹³ Alves, L. y Dantas, A. Produção de amiloglicosidase por *Aspergillus awamori*. Em: XVIII Congresso de Iniciação Científica da UF. 2008, PIB-B/0005/2008.

de la cosecha, para favorecer el posterior almacenamiento y conservación de los rizomas. En el caso de la plantación con tutores debe realizarse de igual manera.

Respecto a los requerimientos de suelo, el cultivo se adapta a diferentes condiciones, pero su mayor productividad se logra en los de textura franco arenosa (más arenoso que arcilloso), profundos, con altura máxima de 800 m sobre el nivel del mar, con buen drenaje interno. Sin embargo, en Cuba se cultiva a más baja altura dado por sus características y considerando que el 80 % de la población vive en zonas urbanas y su periferia. De hecho se ha orientado promover el cultivo en zonas no tradicionales, buscando nuevos manejos agronómicos, intercalamiento y su desarrollo como cultivo trepador.

Es importante lograr una correcta preparación del suelo de forma tal, que al momento de efectuar la plantación se encuentre lo más mullido posible para facilitar el desarrollo de los tubérculos, lo cual es factible para el llano. En la montaña se requiere aprovechar las zonas de los suelos más fértiles y desarrollar el fomento de clones locales sobre la base de su adaptación a cada región. En el caso de la plantación de clones rastreros, es necesario la conformación de un cantero, cuya altura sea de 25 cm como mínimo y de 50 cm cuando este se realice con tutores⁶.

PROPAGACIÓN DEL ÑAME

MÉTODOS CONVENCIONALES

Al considerar los costos de implantación del cultivo del ñame se ha comprobado que uno de los factores más costosos es la adquisición del material de plantación, constituyendo en ocasiones el 50 % del costo de la producción total del cultivo (27).

La planta de ñame por ser de reproducción principalmente asexual, se desarrolla a partir del tubérculo o secciones de tubérculos

(16), pero puede originarse a partir de segmentos nodales de otro tipo de cultivo de tejidos (43), o por pequeños tubérculos (bulbillos aéreos)⁶, que se forman en la base de las hojas de las plantas adultas y se tratan como semillas.

Al dividirse los ñames, las secciones o «semillas» del centro y de la cola del tubérculo tienen la capacidad de desarrollar yemas y «germinar» (33). Si el tubérculo está en un medio húmedo la yema germinativa se desarrolla dando origen al tallo o «bejuco», pero a su vez un anillo de raíces se forma en la unión de la yema con el tubérculo. Es en este sitio donde se forma el Cormo que genera nuevamente un tubérculo. El orden de germinación de las «semillas» es: primero germinan las semillas procedentes de la cabeza del tubérculo, le sigue la germinación de las «semillas» procedentes del centro y las «semillas» más lentas en germinar son las de la cola del tubérculo (9).

El mejor tipo de semilla consiste en tubérculos enteros o fragmentos originados de la región apical, dado la rapidez de brotación al ser comparados con las otras partes, lo que conlleva a un sustancial incremento en el rendimiento final (33).

Durante la selección del material de siembra, se debe considerar que el peso de las semillas debe oscilar entre 100-125 g para la corona o cabeza del tubérculo y entre 125-200 g para los centros y parte basal o cola del tubérculo. Es recomendable que el corte de la semilla se realice alrededor de las 48 horas antes de la plantación.

La rapidez con que el tubérculo de ñame rebrote o retoñe, depende de la edad fisiológica del tubérculo, o sea, de cuánto tiempo tiene el tubérculo de cosechado. Los tubérculos pasan a través de un período de latencia durante el cual no germinan (9), esta latencia se pierde progresivamente a medida que aumenta el tiempo después de la cosecha (alrededor de los seis meses).

Respecto a los bulbillos, se plantea que deben seleccionarse según el peso y clasificarse en bulbillos de primera (mayores de 80 g), de segunda (entre 40 y 80 g) y de tercera (entre 10 y 40 g), realizándose la plantación por separado (17).

Al realizar la siembra por tubérculo, a las dos semanas posteriores se inicia el desarrollo del tallo y el follaje, representado por la ocurrencia de brotes o retoños. El tubérculo se caracteriza por un crecimiento lento, en su período de iniciación, pero a partir de los tres meses, en las semanas que siguen a la formación total del follaje, incluida la emisión de tallos secundarios, el crecimiento del tubérculo es bastante rápido. Posterior, a los tres meses de la emergencia de la planta de ñame, se obtiene la mayor tasa de producción de la fotosíntesis o máxima energía, por lo tanto se acelera el proceso de crecimiento del tubérculo y hay un remanente para almacenamiento de almidón, pero nuevamente este proceso se hace lento al final del desarrollo vegetativo de la planta, existiendo evidencias de que la materia seca puede disminuir en el tubérculo durante el último mes o antes de la fecha de cosecha (41).

MÉTODOS BIOTECNOLÓGICOS

En el cultivo del ñame, las técnicas de propagación convencional no garantizan la producción de volúmenes de material vegetal de plantación con calidad fisiológica, sanitaria y genética en cortos períodos de tiempo. Lo que ha conllevado a que en determinados países productores del tubérculo se haya recurrido al uso de métodos biotecnológicos, destacándose la producción de plantas *in vitro* y microtubérculos (6, 14).

En Cuba, el Programa Nacional de Producción de Semillas propuesto por el Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT), prevé para los próximos años incrementar paulatinamente la producción *in vitro* y reproducir, bajo el sistema

oficial de certificación de semillas, hasta llegar a satisfacer las necesidades de material vegetal de plantación con calidad (43).

Según Ziv (44), la micropropagación es una industria joven con un excelente futuro. Es un procedimiento aséptico que comprende la manipulación de plantas, órganos, tejidos o células que generen poblaciones de plantas y permitan el desvío tanto del proceso sexual normal, como de la propagación vegetativa no aséptica que se practica convencionalmente (45).

La forma de propagación *in vitro* más utilizada en este cultivo es a partir de segmentos nodales, que se basa en la formación de brotes a partir de yemas que se encuentran en las axilas o primordios de las hojas, los cuales son divididos y subcultivados (46). También ha sido empleado el cultivo de meristemas para garantizar la limpieza y saneamiento del material vegetal inicial que se quiere propagar (47).

En países como Nigeria, Costa de Marfil y República Democrática del Congo, grandes productores de este cultivo (24), la producción de plantas *in vitro* de ñame, ha alcanzado significativo auge, formando parte de sus programas nacionales de semillas para la producción de material vegetal de partida (47).

La micropropagación vía organogénesis, a través del cultivo de yemas axilares, es el método más empleado en la propagación comercial y el más confiable para inducir la multiplicación repetible, libre de microorganismos contaminantes de carácter patógeno o endofítico y sin alteraciones genéticas (48, 49).

El empleo de métodos biotecnológicos puede constituir una alternativa de gran interés para contribuir al desarrollo de un esquema sostenible de producción de material vegetal de plantación directo en campo del cultivo del ñame. El establecimiento de metodologías eficientes para la propagación *in vitro* de este cultivo tiene gran importancia en diferentes áreas de la agricultura, ya que permite la

producción de plantas libres de patógenos, rápida multiplicación, producción de semilla de alta calidad y conservación de germoplasma (50).

En este sentido, en Cuba se han desarrollado algunos estudios, por ejemplo, la alteración del balance interno de reguladores de crecimiento en la planta para favorecer la tuberización, a través de la modificación de las concentraciones de estos en el medio de cultivo y con el empleo de brasinoesteroides (51); la micropropagación del ñame con el empleo medios de cultivo en estado semisólido y líquido¹⁴.

Se han realizado estudios para comparar el potencial de regeneración de plantas de *D. alata*, preservadas *in vitro* con el de plantas micropropagadas y sin conservar, evidenciando los resultados un 100% de regeneración de los explantes a partir de material *in vitro* mantenido en medio D-571 suplementado con 1,5 % manitol + 0,1 mg.L⁻¹ BA + 2 g.L⁻¹ de carbón activado (52). Además, se ha investigado en la optimización de variantes de medios de cultivo para la micropropagación de *D. alata* L., clon Caraqueño, a través de la evaluación de diferentes agentes antioxidantes, concentraciones de sales MS y de reguladores de crecimiento, obteniéndose una variada respuesta en dependencia de los tratamientos empleados (53).

CONSIDERACIONES GENERALES

Al considerar que, años atrás, el ñame era visto como un rubro para la subsistencia, limitado al consumo local, y que actualmente se persigue como objetivo a mediano y largo plazo el hecho de cambiar el concepto de subsistencia por una producción de potencia, la presente revisión bibliográfica alcanza mayor importancia, pues constituye una recopilación de los aspectos más

significativos del cultivo del ñame, información que puede resultar de interés a especialistas que se inicien en el cultivo para su rescate, conservación y multiplicación por métodos convencionales y biotecnológicos; así como a productores motivados en el mismo, siendo de utilidad práctica y para investigaciones actuales y futuras en este cultivo.

REFERENCIAS

1. Santos, E. S. y Macedo, L. S. Tendencias e Potencialidades da cultura do Inhame (*Dioscorea* spp.) no Nordeste do Brasil. 2006. [Consultado: 2/junio/2011.]. Disponible en: <<http://www.emepa.orr.br/inhame/tendencias.php>>.
2. Coursey, D. G. Yams-*Dioscorea* spp. (Dioscoreaceae). In: Simmonds, N. Y. Evolution of crop plants, New York : Ed. Longmans. 1980, p. 70-74.
3. Chu, E. P. y Figueiredo-Ribeiro, R. C. Native and exotic species of *Dioscorea* used as food in Brazil. *Economic Botany*, 1991, vol. 45, no. 4, p. 467-479.
4. Martín, R.; Lee J. R. y Gerstung, J. The estrogen alternative. Natural hormone therapy with botanical progesterone. Rochester, Vermont : Healing Arts Press. 1997. 202 p.
5. Carmo, C. A. Situação das culturas do taro e do inhame no Estado do Espírito Santo. Vitória : INCAPER. 2002, 7 p.
6. Tamiru, M.; Becker, H. C. y Maass, B. L. Diversity, distribution and management of yam landraces (*Dioscorea* spp.) in Southern Etiópia. *Genet Resour Crop Evol.*, 2006, vol. 55, p. 115-131.
7. Peixoto, P. A.; Caetano L. C. y Lopes, J. Inhame: o nordeste fértil. Maceió : EDUFAL, INCAPER. 2000. 88 p.
8. Vavilov, N. I. The origins, variations, immunity and breeding of cultivated plants. *Crónica Botânica*, 1950, vol. 13, no. 1, p. 1-364.
9. Coursey, D. G. Yams, an account of the nature, origins, cultivation and utilisation of the useful members of the dioscoreaceae. London, Longmans. *Tropical Agriculture Series*, 1967, 230 p.

¹⁴Medero, V.; Del Sol L. y García M. Metodología para la propagación del clon de ñame «Blanco o Pelu». Resúmenes del BioCat 99, Granma Cuba 5-7 de Octubre pp12.

10. Pursglove, J. W. Tropical Crops. Monocotyledons. London : Longmans. 1972, 607 p.
11. Wilson, L. A. Root Crops: In Alvin, P. T.; Kozlowski, T. T. eds. Ecophysiology of Tropical Crops- New ork Academic Press. p. 187-236
12. Coursey, D. G. Yams-*Dioscorea* spp. (Dioscoreaceas). In: Simmonds, N. Y. New York, Ed. Longmans : Evolution of crop plants. 1976, p. 70-74.
13. Santos, E. S. Inhame (*Dioscorea* spp.): aspectos básicos da cultura. Joao Pessoa: EMEPA-PB, SEBRAE. 1996, no. 15, p. 158
14. Perea, M. Contribución de la biotecnología al desarrollo sostenible del cultivo de ñame. En: Perea, M. (Ed). Bogota, D. C. : Colombia. *Biotecnología Agrícola*, 2001, p. 289-301.
15. Monteiro, D. A. y Peressin, V. A. Culture do inhame. In: Cereda, M. P. (Ed). Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas. Sao Paulo : Fundacao Cargil. 2002, p. 511-522.
16. Janssens, M. Yam. En: Raemaekers R. (Ed). Crop production in tropical Africa. 2001, p. 229-245.
17. Wilson, J. E. A practical guide to identifying yams: the main species of *Dioscorea* in the Pacific Island. Western Samoa: Ireta Publications. 1988, 7 p.
18. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Aspectos técnicos sobre 45 cultivos agrícolas de Costa Rica. Dirección general de Investigación y Extensión Agrícola, San José, Costa Rica, 1991, 25 p.
19. Acosta E. M. C. El cultivo del Ñame *Dioscorea* spp. 2ª ed. TOA. Santa Fe de Bogotá, Colombia, 1987, 79 p.
20. Kadota, H. y Niimi, Y. Improvement of micropropagation of Japanese yam using liquid and gelled medium culture. *Sci. Hort.*, 2004, vol. 102, p. 461-466.
21. FAO, 2005. What is Agrobiodiversity? Manual de Treinamento «Builging on Gende Agrobiodiversity and Local Knowledge». [Consultado: 17/ julio/2010.]. Disponible en: <<http://www.fao.org>>.
22. Lebot, V. Tropical root and tuber crops: cassava, sweet potato, yams and aroids. Wallingford: CABI. Crops production Science in Horticultures Series. 2009, 17 p.
23. Monteiro, D. A. y Peressin, V. A. Culture do inhame. In: CEREDA, M. P. (Ed). Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas. Sao Paulo : Fundacao Cargil. 2002, p. 511-522.
24. Baco, M. N.; Biaou, S. G. y Jean-Paul, L. Complementarity between geographical and social patterns in the preservation of yam (*Dioscorea* spp.). Diversity in Northern Benin. *Economic Botany, Bronx*, 2007, vol. 61, no. 4, p. 385-393.
25. Ritzinger, C. H.; Santos, H. P.; Abreu K. C.; Fancelli, M. y Ritzinger, R. Aspectos fitosanitarios da cultura de inhame. Cruz das almas. Documentos EMBRAPA. 2003, 39 p.
26. Hill, M. S. Seed Technology Training and Research in Southeast Asian Countries. Food and Fertilizer Technology Centre (ASPAC). *Extensión Bulletin*, 1984, no. 207, p. 1-6.
27. Rajyalakshmi, P. y Geervani, P. Nutritive value of the foods cultivated and consumed by ther tribals of South India. *Plant Foods for Human Nutrition*, 1999, vol. 46, p. 53-61.
28. Balogun, M. O. Microtubers in yam germoplasm conservation and propagation: The status, the prospects and ther constraints. *Biotechnology and Molecular Biology Reviews*, 2009, vol. 4, no. 1, p. 1-10.
29. Lowell, L.; Dilworth, F.; Omoruyi, P. y Helen, N. *In vitro* availability of some essential minerals in commonly eaten processed and unprocessed Caribbean tuber crops. *Biometals*, 2007, vol. 20, no. 1, p. 37-42.
30. Leonel, M.; Mishan, M. y Pinho, S. H. Efeitos de parâmetros de extrusao nas propriedades físicas de produtos expandidos de inhame. *Cienc. Tecnol. Aliment.*, 2006, vol. 26, no. 2, p. 459-464.
31. Anuario a Granja do Ano. Cara e inhame. Sao Paulo : Ed. Centaurus, 1994. p. 30-35.
32. Vieira, M. C.; Heredia, Z. N.; Graciano, J. D. y Ribeiro, R. Uso de materia seca de cara e de m a n d i o q u i n h a - s a l s a substituindo parte do milho na razao para frangos de corte. *Horticultura Brasileira, Brasilia*. 1993, vol. 17, no. 1, p. 34-38.
33. Cereda, M. P. Importancia, modo de consumo e perspectiva para raízes e tuberculos hortícolas no Brasil. In: Carmo, C.A. Inhame e taro: sistema de producao familiar. Vitoria: Instituto Capixaba de pesquisa, asistencia Técnica e extensao Rural. 2002, p. 23-32.
34. Pérez, J.; Albert, D.; Rosete, S.; Sotolongo, L., Fernández, M.; Delpetre, P. y Raz, L. Consideraciones etnobotanicas sobre el género *Dioscorea* (Dioscoreaceae). *Ecosistemas*, 2005, vol. 14, no. 2, p. 142-149.
35. Oliveira, A. P.; Freitas, P. A. y Santos, E. S. Qualidade do inhame da costa em funcao das epocas de colheita e da adubacao organica. *Horticultura Brasileira, Brasilia*. 2002, vol. 20, no. 1.
36. Arinathan, V.; Mohan, V. R. y Maruthupandian, A. Nutritional and anti-nutritional attributes of some under-utilized tubers. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 2009, vol. 10, p. 272-278.
37. Babu, L.; Nambisan, B. y Sundaresan, S. Comparative evaluation of biochemical constituents of selected tuber crops. *Journal of Root Crops*, 1990, vol. 17, p. 270-273.
38. Uzogara, S. G.; Morton, I. D. y Daniel, J. W. Changes in some antinutrients of cowpeas (*Vigna unguiculata*) processed with «Kanwa» alkaline SALT. *Plant Foods for Human Nutrition*, 1990, vol. 40, p. 249-250.
39. Padmaja, G.; Moorthy, S. N.; Nambisan, B.; Babu, L.; Sundaresan, S.; Sajeev, M. S. y Manikantan, M. Digestibility of Starch and Protein. In: Analytical Methodologies for Tropical Tuber Crops. Kerala : Eds: Central Tuber Crops Research Institute. 2005, p. 34-38.

40. Liporacci, J. S.; Mali, S. y Grossmann, M. V. Efeito do metodo de extracao na composicao química e nas propiedades funcionais do amido de inhame (*Dioscorea alata*). Londrina : Seminário. *Ciencias Agrarias*, 2005, vol. 26, no. 3, p. 345-352.
41. Onwueme, I. C. The tropical tuber crop (yams, cassava, sweet potato and cocoyam). Toronto : John Wiley y Sons. 1978, 234 p.
42. Montaldo, A. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Lima : Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. 1991, p. 91-127.
43. Filipia, R. y Algora, P. Métodos de reproducción acelerada de semilla de ñame. En: XXX Aniversario del INIVIT. Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT), Santo Domingo, Cuba. 1996, ISBN 832-5324-25-2.
44. Ziv, M. Simple bioreactor for mass propagation of plants. En: Hvoslef-Eide, A. K. y Preil, W. Springer : (Ed). *Liquid Culture Systems or in vitro Plant propagation*. 2005, p. 79-93.
45. Krikorian, A. Medios de cultivo: Generalización, composición y preparación. En: Roca, W. y L. Mroginski (Ed). *Cultivo de tejidos en la agricultura. Fundamentos y aplicaciones*. 1991, p. 41-79.
46. Mitchell, S. A.; Asemota N. H. y Mamad, H. A. Effect of explants source, culture medium strenght and growth regulators on the *in vitro* propagation of three Jamaican yams (*Dioscorea cayenensis*, *D. trifida* and *D. rotundata*). *J. Sci. Food Agric.*, 1995, vol. 67, no. 4, p. 173-180.
47. Malaurie, B.; Pungu, O. y Trouslot, M. Effect of growth regulators concentrations on morphological development of meristem tips in *Dioscorea cayenensis-D. rotundata* complex and *D. phraehensis*. *Plant Cell Tissue and Organs and Culture*, 1995, vol. 41, p. 229-235.
48. Acha, I. A.; Shiwashi, H.; Asiedo, R. y Akoroda, M. O. Effect of auxins on root development in yam (*Dioscorea rotundata*). *Vine. Tropical Science*, 2004, vol. 44, no. 2, p. 113-119.
49. Kikuno, H.; Onjo, M.; Kusigemati K. y Hayashi, M. A relationship between the initiation of tuber enlargement and endogenous plant hormones in water yam (*Dioscorea alata* L.). *Jpn. J. Trop. Agric.*, 2002, vol. 46, no. 1, p. 39-46.
50. Cabrera, M.; Torres, Y.; Santos, A.; Basail, M.; Rayas, A.; Medero, V.; Robaina, A.; López, J.; García, M.; Ventura, J. C.; Gutiérrez, V.; Otero, E. y Bauta, M. M. Establecimiento y Multiplicación *in vitro* del clon de Ñame Blanco de Guinea (*Dioscorea rotundata* Poir). INIVIT. Villa Clara, 2003, 7 p.
51. Labrada, M.; Millán, A. y Cruz, G. Influencia de los brasinoesteroides en la tuberización *in vitro* del ñame (*Dioscorea alata* L.). *Centro Agrícola*, 1997, vol. 20, no. 1, p. 80-81.
52. Borges, M.; Ceiro, W.; Meneses, S.; Aguilera, N.; Vázquez, J.; Infante, Z. y Fonseca, M. Regeneration and multiplication of *Dioscorea alata* germplasm maintained *in vitro*. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 2004, vol. 76, p. 87-90.
53. Borges, M.; Destrade, R.; Meneses, S.; Gómez, R.; Malaurie, B.; Hamon, P. y Demenorval, L. Optimización de un medio de cultivo para plantas micropropagadas de *Dioscorea alata* L. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 2011, vol. 13, no. 2, p. 221-228.

Recibido: 2 de septiembre de 2011

Aceptado: 15 de junio de 2012

¿Cómo citar?

González Vega, María E. El ñame (*Dioscorea* spp.). Características, usos y valor medicinal. Aspectos de importancia en el desarrollo de su cultivo. *Cultivos Tropicales*, 2012, vol. 33, no. 4, p. 5-15. ISSN 1819-4087