


## Artículo Revisión

### Características generales y factores ecológicos que influyen en el cultivo del ñame (*Dioscorea spp.*)

General characteristics and ecological factors that influence the cultivation of the yam (*Dioscorea spp.*)

M. Sc. Lázaro Antonio Sánchez Verdecia, Profesor Asistente, Centro Universitario Municipal de Jiguaní, Universidad de Granma, Bayamo, Granma. Cuba. [lasanchezv@udg.co.cu](mailto:lasanchezv@udg.co.cu) 

**Recibido:** 5 de junio 2021 | **Aceptado:** 17 de noviembre 2021

### Resumen

Debido al incremento considerable que ha alcanzado un en el cultivo del ñame en los últimos años; ocupando un lugar cimero en la cadena alimentaria y está presente en el desarrollo de la agricultura urbana suburbana y familiar. En el presente trabajo se hace una amplia revisión bibliográfica del género *Dioscorea spp.*, con la finalidad de dar a conocer las características y potencialidades productivas de este cultivo, así como brindar información que pueda resultar útil a especialistas, investigadores y productores que se inicien en el cultivo. Dentro de los aspectos relacionados con el cultivo del ñame (*Dioscorea spp.*), se destacan sus características generales, factores ecológicos que influyen en la producción, distribución geográfica, usos más frecuentes, propagación; así como la importancia socioeconómica , tanto desde el punto de vista alimentario como medicinal e industrial.

**Palabras clave:** características; potencialidades; ecológicos; producción

### Abstract

Due to the considerable increment that has been enough one in the cultivation of the yam of late years; occupying a highest place in the alimentary chain and you are present at the development of the urbane suburban agriculture and relative. Does an ample bibliographic revision of the kind itself *Dioscorea spp.* in the present work. ,with the purpose to communicate characteristics and productive potentialities of this cultivation, as well as offering information that may initiate into to specialists, investigators and producers that be initiated in cultivation. Within the aspects related with the cultivation of the yam ( *Dioscorea spp.*), His general characteristics, ecological factors that influence production, geographic distribution, more frequent uses,

propagation stand out ; As well as the socioeconomic importance, so much I eat medicinal from the alimentary point of view and industrial.

**Keywords:** characteristics; potentialities; ecological; production

## **Introducción**

El ñame es el segundo cultivo en eficiencia para producir energía digestible, solamente superado por la papa. Por ello, contribuye a los requerimientos energéticos y de nutrición de una gran parte de los pobladores en los países en desarrollo, y lo continuará haciendo en las próximas décadas (Flórez, 2018).

En el año 2018, la producción mundial de ñame fue estimada en 73 millones de toneladas en un área de 8,6 millones de hectáreas. La mayor producción correspondió al continente africano con el 97,1 % y América Latina el 2,0 %.(FAO, 2017; FAOSTAT, 2018).

Este cultivo se propaga vegetativamente a través de rizomas enteros o secciones; sin embargo, estos métodos son ineficientes para el abastecimiento de material propagativo con una buena calidad fisiológica y sanitaria (Aighewi *et al.*, 2020).

Es frecuente que los productores escojan el material para semilla a partir de la cosecha, el cual en ocasiones no reúne las condiciones óptimas de calidad para este fin. Es por esto que el trabajo tiene como objetivo general: realizar una revisión bibliográfica sobre el género *Dioscorea* spp., relacionada con las características y potencialidades productivas de este cultivo, así como brindar información que pueda resultar útil a especialistas, investigadores y productores.

## **Desarrollo**

Generalidades del cultivo del ñame (*Dioscorea* spp.)

Origen y distribución

El género *Dioscorea* posee una amplia variedad de especies de importancia económica, comestible y medicinal, que se encuentran distribuidas a lo largo de las regiones lluviosas de los trópicos y regiones subtropicales; en muchos pueblos africanos, del pacífico y las zonas del caribe, el ñame se cultiva en gran escala. En los trópicos ocupa las mayores áreas cultivadas y constituye una excelente fuente de carbohidratos.

## Cultivo del ñame

Puede considerarse entre los cultivos más competentes, no solo para la seguridad alimentaria sino por su potencial de diversificación en la producción de almidón, alcoholes, productos farmacéuticos relacionados con la extracción y uso de los derivados de la diosgenina, biopolímeros, biocombustibles amiláceos, biformes confeccionados a partir de la amilosa (~30 %), entre otros.

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. 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.

### Sistemática y botánica

La familia Dioscoreácea, agrupa seis géneros: *Stenomeris*, *Avetra*, *Trichopus*, *Rajania*, *Tamus* y *Dioscorea*. Este último comprende más de 600 especies de plantas monocotiledóneas, de ellas ocho son las de mayor importancia económica: *Dioscorea alata* L., *D. cayenensis* Lam, *D. dumetorum* Pax, *D. esculenta* Murk, *D. rotundata* (L.) Poir, *D. trifida* L. y *D. floribunda* Mart y Gal. Las especies *D. alata* y *D. rotundata*, son las más cultivadas en el mundo (Belachew *et al.*, 2017).

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Dioscoreales*

Familia: *Dioscoreaceae*

Género: *Dioscorea*

Especie: *Dioscorea alata* L.

El género *Dioscorea* está conformado por plantas monocotiledóneas, dioicas, de flores pequeñas rosadas o crema que producen tubérculos y bulbillos (tubérculos aéreos) de importancia económica (Rodríguez, 2015).

Su tallo es en forma de bejuco que pueden tener o no espinas. El tallo principal y sus ramificaciones laterales forman una red densa que puede alcanzar de 30 a 125 metros de longitud en los ñames cultivados. Sus hojas son alternas u opuestas, largamente pecioladas, tallos alados, de sección transversal ovalada o cilíndricos (Moreno, 2016).

## Sánchez Verdecia

Las inflorescencias son de ápices axilares o racimos de varios ápices; poseen flores pequeñas y unisexuales. En casi todas las especies cultivadas hay muy escasa floración. El fruto es una cápsula sésil, aplanada, tricarpelar o circular, que es verde al inicio y color café al madurar (Moreno, 2016).

Los tubérculos pueden ser solitarios o en grupo, pueden pesar hasta 5,0 kilogramos y se forman en la base del tallo denominado cormo. La forma, dimensiones y color del mesocarpo de los tubérculos depende del genotipo (Moreno, 2016).

### Morfología de la planta de ñame

Tallo: Los tallos son delgados, de color verde, púrpura o rojizo, con cuatro lados y equipados de alas membranosas, que en algunos casos estas son remplazadas por espinas. Su crecimiento es en forma de espiral siendo posible reconocer la especie de acuerdo con la dirección que tomen. Los tallos de *Dioscorea alata* se caracterizan por enrollarse hacia la derecha.

Hojas: Dependiendo de la especie las hojas pueden ser simples o lobuladas, con márgenes lisos, ápice puntiagudo, sin pubescencias, pecíolo largo alado o espinado y pueden medir hasta 25 cm de largo (Pinzón, 2014).

Las hojas de la especie *Dioscorea alata*, suelen tener forma de flecha o acorazonadas, de color verde o púrpura, con seis nervaduras principales que salen de la inserción del pecíolo, que suelen estar alrededor del tallo de forma opuesta.

Raíz: Las plantas de ñame poseen un sistema de raíces fibroso, en forma de cabellera, los cuales se desarrollan abundantemente durante las seis semanas después de la brotación. La mayoría de las raíces se encuentran en los primeros 30 cm de suelo. Las raíces principales brotan de la base del tallo y las secundarias del rizoma (Pinzón, 2014).

Rizomas: Los rizomas son de superficie rugosa o lisa, con raicillas, uniforme, y compacta. El color puede variar entre blanco a crema pero algunos cultivares son de color morado, debido a la presencia de antocianinas. El tamaño y forma es diverso (esférico, fusiforme, claviforme y con ramificaciones cortas), encontrando ñames con un peso en promedio de 300 a 400 gramos hasta alcanzar los 10 kilogramos (Pinzón, 2014).

Inflorescencia: Pueden ser estaminadas (masculinas) conformadas de racimos simples o muy ramificados con flores verdes de cuatro a seis milímetros de diámetro, o pistiladas (femeninas) que constan de dos racimos nacidas de la misma axila con flores de 12 a 24 milímetros, las cuales se encuentran en mayor proporción. La temporada de floración es irregular, lo cual

## Cultivo del ñame

dificulta el proceso de polinización provocando producción de frutos y semillas en poca cantidad (Pinzón, 2014).

### Importancia económica y nutricional del cultivo

El ñame proporciona alrededor de 200 calorías en la dieta diaria de más de 300 millones de personas del trópico. Tiene una composición similar a la papa, pero con un mayor contenido de proteínas, por esa razón es muy apreciado en muchos países. Es un alimento saludable, nutricional y con bajos contenidos de grasa que suple muchos de los nutrientes importantes de la dieta.

Sus tubérculos son una excelente fuente de carbohidratos; contienen vitaminas como tiamina, riboflavina, niacina, ácido ascórbico y carotenos. Además, poseen la mayor parte de los aminoácidos esenciales: arginina, leucina, isoleucina y valina; en menor cantidad se encuentran histidina, metionina y triptófano. También el ñame es rico en minerales como el calcio, hierro y fósforo.

Unas de las cincuentas especies de ñame silvestre, acumulan compuestos esteroides de tipo sapogeninas. La mayor parte son acumuladas en los tubérculos (4,0 a 6,0 % de la masa seca), los rizomas y algunas veces en las hojas y las semillas. Algunas diosgeninas, son utilizadas como precursor de la síntesis de la cortisona, de hormonas sexuales y compuestos anticonceptivos. Los tubérculos, las hojas y los tallos de varios ñames pueden contener los alcaloides del grupo de la dioscorina. Estas sustancias actúan como venenos y pueden ser responsables de la toxicidad de algunas especies silvestres.

Se incluyen inmunoestimulantes y antioxidantes como la dioscorina en *D. alata* y mucopolisacáridos de *D. batata* con propiedades para terapias médicas con uso potencial para el bienestar humano.

### Composición química de los tubérculos de ñame

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

Autores como Lebot *et al.*, (2006), describieron las características físico-químicas de los tubérculos de 48 accesiones de *Dioscorea alata*: almidón 64-79 %, lípidos 0,2-0,5 %, proteínas 8,8-17 %, fibra dietética 4,0-9,0 % y cenizas 2,0-3,5 %.

## Sánchez Verdecia

Es de señalar que el ñame constituye una excelente fuente de minerales, entre los que destacan el potasio 786,3 mg, magnesio 656,3 mg, calcio 448,4 mg, fósforo 140,1 mg, sodio 44,6 mg, hierro 34,3 mg, cobre 11,2 mg, manganeso 6,4 mg y zinc 2,3 mg.

Además contiene niveles significativos de vitaminas A y C, así como la vitamina B<sub>1</sub> o tiamina, importante en el crecimiento de los niños y la vitamina B<sub>5</sub> de importancia para el sistema inmunológico. También contiene riboflavina, niacina, ácido ascórbico, piridoxina y carotenos (Lebot *et al.*, 2006).

En cuanto al contenido de lípidos, generalmente es menor al 2,0 % del peso seco por lo que la contribución de estos tubérculos a la ingesta diaria de grasa es despreciable, al evaluar la composición de los lípidos presentes en diferentes especies de ñame.

Otros de los componentes químicos de gran importancia presente en los tubérculos, son los ácidos orgánicos (succínico, cítrico, málico y oxálico) y compuestos fenólicos, los cuales contribuyen a las propiedades o atributos sensoriales.

Los compuestos fenólicos presentes en los tubérculos de ñame son los sustratos responsables de reacciones de oscurecimiento por acción de la enzima polifenol oxidasa, lo que puede ocurrir debido a daños o cortes en el tubérculo.

### Importancia económica del cultivo de ñame

La crisis de alimentos que azota al mundo es 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. 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 sido ignoradas a lo largo de la historia. El almacenamiento de almidones en raíces y tubérculos resulta importante para la alimentación de los habitantes de países tropicales y subtropicales.

### Aspectos generales sobre el cultivo del ñame

En el occidente de África, los ñames requieren de 8 a 10 meses de cultivo antes de la cosecha. Mientras que su multiplicación en campo se hace de forma vegetativa por fragmentos de tubérculos aéreos o subterráneos (CEPAL, 2016).

La plantación brota en el período comprendido entre marzo – abril o en la estación de las lluvias. Las partes aéreas se secan de noviembre a diciembre coincidiendo con el inicio de la estación de seca. Los tubérculos colectados se encuentran, por tanto, en estado de dormancia.

## Cultivo del ñame

Una parte no despreciable de la cosecha, hasta 35 %, se conserva como semilla para el año siguiente (CEPAL, 2016).

Factores ecológicos que influyen en la producción de ñame

La ecología puede definirse como las condiciones climatológicas y edafológicas adecuadas para el desarrollo de una especie determinada. El ñame es fuente de alimento en algunas áreas tropicales y subtropicales, por lo que se adapta a diversas condiciones ecológicas.

Temperatura: La temperatura es uno de los factores limitantes más comunes en la distribución de las plantas, los rangos de temperatura están entre 25 y 30 °C para el crecimiento y desarrollo de *Dioscorea* spp.

Humedad del suelo: La humedad del suelo es otro factor que debe tenerse en cuenta en el período de crecimiento, aunque el ñame puede resistir grandes secas requiere para una producción máxima de grandes precipitaciones (Moreno, 2016).

La *Dioscorea cayenensis* requiere de una larga estación de crecimiento para su máxima producción y por lo tanto su cultivo está restringido a áreas donde las lluvias, al menos sean de nueve meses; mientras que *Dioscorea alata* L., *Dioscorea rotundata* (L.) Poir y *Dioscorea esculenta* Burk, tienen un período más corto de crecimiento y pueden crecer en zonas de 1 000 a 1 500 mm de lluvias distribuidas en un período de seis a siete meses.

Suelos en que se desarrolla el cultivo: Para lograr un óptimo crecimiento de las plantas, el suelo debe estar bien preparado; muchos requieren suplementos de nitrógeno, fósforo y potasio y el empleo de tutores para alcanzar altos rendimientos. La cosecha debe ser realizada cuidadosamente para evitar daños de los tubérculos, lo que permite su almacenaje por varios meses (Moreno, 2016).

Generalmente es cultivado en sistemas intercalados en combinaciones con otras plantas donde se incluye, el maíz (*Zea mays* L.), yuca y vegetales, pero constituye el cultivo dominante en el sistema de cultivo.

El ñame no necesita de suelos especiales, aunque los mayores rendimientos se obtienen en suelos franco-orgánicos, profundos, fértiles y que presenten buen drenaje superficial e interno, con buena aireación y un pH cercano a la neutralidad

Producción

En el año 2017 se produjeron a nivel mundial 73 millones de toneladas de ñame, siendo África el continente con mayor producción con un valor cercano al 97,0 % (70,9 millones de

## Sánchez Verdecia

toneladas). En contraste América Latina representó el 2,0 % de la producción mundial con 1,4 millones de toneladas y Oceanía con 0,4 millones de toneladas. Los países de mayor producción fueron Nigeria con 69 % (47,9 millones de toneladas), Ghana y Costa de Marfil. En el continente americano, presentaron las mayores producciones Haití y Colombia con 0,43 y 0,42 millones de toneladas respectivamente.

Según la FAO (2016), el mayor productor es Nigeria con alrededor de 36 millones de toneladas; en segundo lugar se encuentra Ghana, con una producción de siete millones de toneladas, y se menciona que sus principales materiales son *Dioscorea rotundata* y *Dioscorea cayenensis*.

### Material de plantación en ñame

Los ñames, son usualmente propagados vegetativamente por tubérculos, secciones de tubérculos o bulbillos aéreos, estos métodos son ineficientes para una distribución a gran escala, incrementan los riesgos de la transmisión de enfermedades en el comercio internacional y presentan bajas tasas de propagación.

Las plantas son propagadas vegetativamente utilizando tubérculos pequeños, grandes o sus coronas. Para lograr un óptimo crecimiento de las plantas, el suelo debe estar bien preparado; muchos requieren suplementos de nitrógeno, fósforo y potasio y el empleo de tutores para alcanzar altos rendimientos. La cosecha debe ser realizada cuidadosamente para evitar daños de los tubérculos, lo que permite su almacenaje por varios meses.

El cultivo del ñame es afectado por varias enfermedades, durante su desarrollo vegetativo en condiciones de campo y en post-cosecha, las cuales limitan la producción de material vegetal de plantación de calidad. La antracnosis (*Colletotrichum gloesporoides* Penz.) es considerada como la enfermedad fúngica más ampliamente distribuida y de mayor impacto en los países productores. Dentro de las enfermedades virales, los potivirus causan las mayores afectaciones, donde se destaca el Virus del Mosaico del Ñame, como causante de las pérdidas más severas (Gopal *et al.*, 2017).

Durante el almacenamiento en post-cosecha, los tubérculos pueden llegar a perder más del 50 % de la materia fresca, debido a las pudriciones. Estas son provocadas por microorganismos patógenos, *Penicillium oxalicum*, *P. cyclopium*, *Aspergillus niger* y *Fusarium* spp., que penetran a través de heridas en los tubérculos, causadas por insectos como *Planococcus citri*, *Aspidiella hartii* y otros, así como los nematodos, *Scutellonema bradys* y *Pratylenchus coffeae* (Moreno, 2016).



## Cultivo del ñame

### Método convencional

Su principal limitante es el bajo índice de multiplicación (1:10) comparado con otros cultivos, por ejemplo, la papa (1:55) o los cereales (1:300). El material vegetal de plantación en ocasiones constituye el 50 % del costo de producción total.

Otra vía de propagación utilizada en los Centros de Reproducción Acelerada de Semillas (CRAS), ha sido la multiplicación por secciones del tallo con dos yemas, la cual se caracterizó por una limitada supervivencia y enraizamiento (Díaz *et al.*, 2015).

En Cuba, Borges *et al.* (2018) lograron la caracterización de la diversidad genética de *Dioscorea alata* y optimización de la producción de plantas *in vitro* como fuente de semilla en Cuba.

### Producción de plantas a partir de bulbillos aéreos

De igual manera refiere que 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.

### Métodos biotecnológicos

El cultivo *in vitro* representa una alternativa eficiente para superar los problemas de calidad de “semilla” en la propagación convencional del ñame. Las técnicas de cultivo *in vitro* se usan rutinariamente en el cultivo del ñame, ya sea para la producción de plántulas (micropropagación), conservación de germoplasma, la eliminación de bacterias contaminantes o la producción de microtubérculos (Gopal *et al.*, 2017).

### Organogénesis

La producción de plantas *in vitro* en este cultivo ha alcanzado auge en los principales países productores (Nigeria, Costa de Marfil, Ghana) y es empleado en sus programas nacionales de semillas para la producción inicial del material vegetal de partida. El cultivo de meristemos ha sido utilizado para la limpieza y saneamiento del material vegetal inicial que se quiere propagar (Manoharan *et al.*, 2016).

### Producción de minitubérculos por vía biotecnológica

Por otra parte los microtubérculos ofrecen ventajas en comparación con otros tipos de material vegetal de plantación. Estos pueden ser producidos en cualquier época del año y almacenados en pequeños espacios durante un período determinado de tiempo sin perder su potencial de brotación. Además, pueden ser utilizados como materiales vegetales de partida, en programas de

## Sánchez Verdecia

producción de material de plantación para el desarrollo del cultivo en países que carecen de infraestructura adecuada y de experiencia en cultivo de tejidos.

### Conclusiones

1. La presente revisión bibliográfica actualizada alcanza mayor importancia, pues constituye una recopilación de los aspectos más significativos del cultivo del ñame, información que puede resultar de interés a especialistas e investigadores y productores 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 para investigaciones actuales y futuras en este cultivo.
2. Los microtubérculos ofrecen ventajas en comparación con otros tipos de material vegetal de plantación. Estos pueden ser producidos en cualquier época del año y almacenados en pequeños espacios durante un período determinado de tiempo.

### Referencias bibliográficas

- Aighewi, B.A., Maroya, N.G, Asiedu, R., Aiheboria, D., Balogun, M., y Mignouna, D. (2020). *Seed yam production from whole tubers versus minisetts*. Journal of Crop Improvement, DOI: 10.1080/15427528.2020.1779157.
- Belachew, G., Haile, B., y Ayiza, A. (2017). *Distribution, diversity and potential production of yams (Dioscorea spp.) in Sheko District, Southwest Ethiopia*. American Journal of Life Sciences, 5 (3): 86-92.
- Borges, M., Gómez, R., Meneses, S., Silva, J.J., Estrada, E., Reyes, D., Hernández, Y., y González, O. (2018). Caracterización de la diversidad genética de *Dioscorea alata* L. y optimización de la producción de plantas *in vitro* como fuente de semilla en Cuba. *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 8 (1): 10 p.
- CEPAL (2016). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Publicación de las Naciones Unidas, 50.
- Díaz, L.C., Carmona, O., Beltrán, J. (2015). Optimización de la conservación *in vitro* de germoplasma de *Dioscorea* spp. por crecimiento mínimo. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 17 (1): 32-39.
- FAO (2016). *El estado mundial de la Agricultura y la alimentación, cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, 192 p.

## Cultivo del ñame

- FAO (2017). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Dirección de Estadística.
- FAOSTAT (2018). *Estadísticas del cultivo de ñame*. (en línea) Consultado el 17 octubre 2020. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#search/yam>
- Flórez, T. (2018). *Desarrollo de un producto derivado el ñame espino*. Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería Industrial, Bogota. D.C.
- Gopal, B., Jegatheesan, K., y Infant, C. (2017). In vitro propagation of *Dioscorea alata* for tyrosinase production. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 5 (2): 85-88.
- Lebot, V., Malapa, P., Molisale, T., y Marchand, J.L. (2006). *Physico-chemical characterization of yam (Dioscorea alata L.) tubers from Vanuatu. Genetic Resources and Crop Evolution*, 53: 1199-1208.
- Manoharan, R., Tripathi, J.N., y Tripathi, L. (2016). *Plant regeneration from axillary bud derived callus in white yam (Dioscorea rotundata)*. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 126: 481-497.
- Moreno, M.C. (2016). *Caracterización morfológica y nutricional de seis materiales de ñame (Dioscorea spp.) y su establecimiento in vitro*. Tesis Doctoral presentada en la Universidad Central de Venezuela, 232 p.
- Rodríguez, D. (2015). *Obtención de minitubérculos de ñame (Dioscorea rotundata Poir) cv. 'Blanco de Guinea' a partir de plantas in vitro y su respuesta en campo*. Tesis de Maestría en opción al título académico de Máster en Biotecnología Vegetal. Instituto de Biotecnología de las Plantas, Santa Clara, 64 p.
- Pinzón, Y. (2014). *Caracterización morfológica y molecular de Colletotrichum gloeosporioides aislado de ñame (Dioscorea spp.) y establecimiento de una escala de virulencia para su caracterización patogénica*. Tesis Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. (En línea).