

Manejo de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) durante la cosecha y almacenamiento post cosecha

Misterbino Borges García¹, Yoenia Sánchez Rodríguez² & Diana María Reyes Avalos³

¹ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2052-7294>, Universidad de Granma, Centro de Estudios de Biotecnología Vegetal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cuba, ²ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9572-1024>, Universidad de Granma, Centro de Estudios de Biotecnología Vegetal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cuba, ³ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2305-387X>, Universidad de Granma, Centro Universitario Municipal Jiguaní, Cuba.

Citación: Borges García, M., Sánchez Rodríguez, Y., & Reyes Avalos, D. (2020). Manejo de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) durante la cosecha y almacenamiento post cosecha. *Agrisost*, 26(2), 1-11. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7562024>

Recibido: 18 febrero 2020

Aceptado: 21 marzo 2020

Publicado: 28 agosto 2020

Financiamiento: No se declara.

Conflictos de interés: No se declaran.

Correo electrónico: mborgesg@udg.co.cu

Resumen

Contexto: Las pérdidas de tubérculos de ñame durante la cosecha y su almacenamiento pueden ser significativas, sino existe un manejo adecuado de estas etapas.

Objetivo: La investigación tuvo como objetivo reducir las pérdidas de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) mediante un manejo adecuado de la misma durante su cosecha y almacenamiento poscosecha.

Métodos: Se evaluó la incidencia de las principales plagas y enfermedades de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) durante el momento de la cosecha y su respuesta durante su almacenamiento poscosecha a temperatura ambiente con luz solar indirecta en un local limpio y ventilado contenido dentro de sacos de aspillera. Al cabo de 0, 30 y 60 días de almacenamiento se determinó los indicadores morfológicos y agronómicos. A través del método de encuesta se analizaron organolépticamente tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) a 0 y 60 días de almacenamiento.

Resultados: Los resultados obtenidos demostraron como principales enfermedades de tubérculos comerciales de ñame durante el momento de cosecha a *Botryodiplodia theobromae*, *Penicillium spp.* y *Aspergillus flavus*, Link. Se determinó para todos los clones evaluados que a medida que pasa el tiempo de almacenamiento hasta 60 días disminuye el porcentaje de masa fresca de tubérculo y aumenta el de masa seca. Se logró el almacenamiento satisfactorio de los tubérculos comerciales de ñame de *D. alata* de los clones Criollo, Chino Blanco, Caballo, Caraqueño y de *D. esculenta* clon Papa en sacos de aspillera hasta 60 días en un local ventilado, limpio y con luz solar indirecta a temperatura ambiente. Las pruebas organolépticas evidenciaron que el clon Chino Blanco fue el más aceptado por los panelistas.

Conclusiones: se elaboró un plan de medidas para el manejo de tubérculos de *Dioscorea spp.* durante su cosecha y almacenamiento poscosecha.

Palabras clave: agricultura sostenible, conservación, enfermedades, plagas, pruebas organolépticas.

Commercial Yam Tuber (*Dioscorea spp.*) Handling during the Harvest and Post-Harvest Storage

Abstract

Context: The losses of yam tubers during the crop and their storage can be significant, but not exists an appropriate handling of these stages.

Objective: The investigation had as objective to reduce the losses of commercial tubers of yam (*Dioscorea spp.*) by means of an appropriate gestion during harvest and postharvest crop was carried out.

Methods: The incidence of the main pest and disease of commercial tubers of yam (*Dioscorea spp.*) during the moment of the harvest crop and its answer during postharvest storage to ambient temperature with indirect solar light in a local clean and ventilated content inside loophole sacks was evaluated. After 0, 30 and 60 days of postharvest storage morphological and agronomic indicators were determined. Through the survey method organoleptic test of commercial tubers of yam (*Dioscorea spp.*) to 0 and 60 days of storage was analyzed.

Results: The obtained results demonstrated as main diseases of commercial tubers of yam during the harvest crop moment to *Botryodiplodia theobromae*, *Penicillium spp.* and *Aspergillus flavus Link.* For all the evaluated clones in measure the spends time of storage up to 60 days it diminishes the percentage of fresh mass of tuber and that of dry mass increases. The satisfactory storage of the commercial tubers of yam of *D. alata* clones Creole, Chinese White, Horse, Caraqueño and *D. esculenta* clone Potato in loophole sacks up to 60 days in a ventilated local, clean and with indirect solar light to ambient temperature. The organoleptic tests evidenced the Chinese White was the more accepted by the panelists.

Conclusions: A measuresplan for the gestion of commercial tubers of *Dioscorea spp.* during harvest and postharvest crop was elaborated.

Key words: sustainable agriculture, conservation, disease, pest, organoleptic tests.

Introducción

El ñame pertenece al género *Dioscorea* con más de 600 especies, pero solamente seis poseen importancia alimenticia y económica a nivel mundial (Abasimi, 2018).

Los ñames son plantas dioicas, monocotiledóneas angiospermas que se caracterizan por la producción de tubérculos subterráneos (Rodríguez, Rodríguez, Milián, Arce & Figueroa, 2017)

Según FAOSTAT (2018) en el año 2017 el continente africano fue el mayor productor a nivel mundial de ñame, con un valor cercano al 97% de la producción (70,9 millones de toneladas). En contraste América representa el 2,0% de la producción global (1,4 millones de toneladas).

El ñame es superado únicamente por la papa en cuanto a la eficiencia para producir energía digestible, por lo que es considerado un cultivo de gran relevancia para la seguridad alimentaria en países del trópico. De igual manera la extracción de almidón se ha implementado como materia prima para la producción de cosméticos, alimentos procesados, bioplásticos y biocombustibles (Maya 2015). Sin embargo, la producción y comercialización de ñame a nivel mundial está dirigido a la exportación como producto fresco, siendo esta categoría la más demandada por los mercados internacionales (Vargas, 2019)

El cultivo del ñame (*Dioscorea spp.*) es un tubérculo plantado por los pequeños productores en el trópico (Andres, Adeoluwa & Bhullar, 2017). Posee un alto valor alimenticio (Akinrinola & Adeyemo, 2018; Raphiou, Siaka, Kouami, Nebambi & Bello, 2019) y una fuente de energía significativa en la dieta humana (Quainoo, Addai, Damba & Opoku, 2015).

Para los pequeños productores, la producción de ñame constituye una importante fuente de alimentos y de ingresos, y también juega un rol vital en su vida sociocultural (Iddi, Donkoh, Danso-Abbeam, Kart & Akoto-Danso, 2018).

El cultivo de ñame es altamente nutritivo y forma parte de los cultivos huérfanos que la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) promueve para luchar contra el hambre en el mundo (Swisslatin, 2016).

La etapa de poscosecha empieza con la cosecha del ñame en el campo y termina en la cocina del consumidor, lo que para efectos de los investigadores abarca factores como las temperaturas de almacenamiento y transporte, el empaque y manejo del producto (López, 2016).

Numerosas plagas y enfermedades del ñame son mantenidas de una estación a otra mediante la utilización de material infectado. El desarrollo de un sistema para generar material sano elimina este ciclo de enfermedad y reduce las pérdidas en campo y durante el almacenamiento poscosecha (Claudius-Cole Kenyon & Coyne, 2017).

Ha habido regulaciones para desarrollar el sector de poscosecha de la agricultura debido a las pérdidas inherentes en la producción de cultivos como el ñame (Ayado, 2017). Las pérdidas poscosecha ha recibido la atención en muchos países para asegurar la seguridad alimentaria global, particularmente en los países en vías de desarrollo (Ansah & Tetth, 2016).

Las causas de pérdidas de almacenamiento de ñames incluyen la brotación, transpiración, respiración, putrefacción debido a la contaminación por bacterias, y al ataque por insectos, nematodos y roedores. La brotación, la transpiración y la respiración son actividades fisiológicas que dependen del ambiente de almacenamiento (principalmente la temperatura y la humedad relativa). Estos cambios fisiológicos afectan la composición interna del tubérculo y dan como resultado la destrucción del material vegetal y mala calidad nutritiva.

Las pérdidas de almacenamiento del ñame reportadas son de 10-15% después de los primeros tres meses y pueden acercarse al 50% después de seis meses (Adejo, 2017).

En Cuba la literatura revisada hasta la fecha no se

informan investigaciones relacionadas con las pérdidas de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) durante la cosecha y su almacenamiento postcosecha. Por ello, la investigación estuvo encaminada a reducir las pérdidas de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) mediante un manejo adecuado de la misma durante su cosecha y almacenamiento postcosecha.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el Centro de Estudios de Biotecnología Vegetal (CEBVEG) de la Universidad de Granma, ubicado en el municipio Bayamo, provincia de Granma, Cuba.

Material vegetal

Se utilizaron tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) procedentes del banco de semilla categorizada del CEBVEG cosechados a los 9 meses. La cosecha se efectuó de forma manual a los nueve meses de efectuada la plantación usando pico, coa y pala para evitar daños en los tubérculos cosechados; se utilizaron tubérculos los cuales fueron envasados en sacos aspillera y colgados a temperatura ambiente en un local ventilado con iluminación solar indirecta durante su almacenamiento.

Manejo de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) en el momento de la cosecha

El experimento tuvo como objetivo evaluar las pérdidas durante el momento de la cosecha de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*).

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado. Los tratamientos consistieron en el uso de distintos clones de *Dioscorea spp.* (Tabla 1). De una población de 100 tubérculos comerciales por tratamiento, se tomaron aleatoriamente 30 tubérculos con tres repeticiones.

Tabla 1. Tratamientos obtenidos durante el momento de la cosecha de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*)

Tratamientos	Clon
1	<i>D. alata</i> (Criollo blanco)
2	<i>D. alata</i> (Caballo)
3	<i>D. alata</i> (Caraqueño)
4	<i>D. alata</i> (Chino blanco)
5	<i>D. esculenta</i> (Papa)

Se evaluó en el momento de la cosecha

Porcentaje de pérdidas: daños mecánicos, plagas y enfermedades.

Identificación de las principales plagas según el Instructivo Técnico del Cultivo del Ñame (MINAG, 2008).

Identificación de los microorganismos patógenos

Para llevar a cabo la identificación de los patógenos se procedió según los Protocolos Normativos Operacionales de inspección fitosanitaria de plantas (FAO, 2011) adaptados a las condiciones del laboratorio.

Se les realizó un corte a los tubérculos visiblemente afectados por hongos, que comprendían tanto el síntoma como áreas no afectadas próximas a estos. Estos fragmentos de tejido fueron montados en cámara húmeda en condiciones de asepsia durante 24 horas. Se tomaron muestras del micelio germinado y se observó al microscopio óptico para identificar el agente causal de los síntomas. Los resultados fueron comparados con la clave del CMI (1976) para corroborar los resultados.

Manejo de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) durante su almacenamiento postcosecha a temperatura ambiente con luz solar indirecta en un local limpio y ventilado

El experimento tuvo como objetivo evaluar la respuesta de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) durante su almacenamiento postcosecha hasta 60 días.

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado. Los tratamientos consistieron en el uso de tres momentos de almacenamiento (0, 30 y 60 días) en distintos clones de *Dioscorea spp.* (Tabla 2). De una población de 100 tubérculos comerciales por tratamiento, se tomaron aleatoriamente 30 tubérculos con tres repeticiones.

Tabla 2. Tratamientos (T) obtenidos durante el almacenamiento a 0, 30 y 60 días poscosecha de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) a temperatura ambiente

T	Clon	Tiempo a almacenamiento (días)
1	Criollo Blanco	0
2	Criollo Blanco	30
3	Criollo Blanco	60
4	Caballo	0
5	Caballo	30
6	Caballo	60
7	Caraqueño	0
8	Caraqueño	30
9	Caraqueño	60
10	Chino Blanco	0
11	Chino Blanco	30
12	Chino Blanco	60
13	Papa	0
14	Papa	30
15	Papa	60

Los valores registrados de las variables climáticas durante el experimento fueron: temperatura, 30±2°C;

humedad relativa, 70-80% y fotoperiodo de 12-14 horas luz.

Evaluaciones

Al cabo de 0, 30 y 60 días de almacenamiento se determinaron los siguientes indicadores.

Indicadores morfológicos

Color y forma.

Porcentaje de brotación.

Diámetro del brote (cm): a los 30 y 60 días se efectuó la medición del diámetro del brote con un pie de rey.

Longitud del brote (cm): a los 30 y 60 días se efectuó la medición de la longitud del brote con una regla graduada.

Indicadores agronómicos

Porcentaje de pérdidas: daños mecánicos, plagas y enfermedades cosecha y poscosecha.

Masa fresca de tubérculo (kg): utilizando una balanza técnica se determinó la masa fresca del tubérculo.

Porcentaje de masa seca: se determinó por el método gravimétrico sometiendo 10g de tubérculo a 70°C en estufa durante 72 horas hasta masa constante, pesados en una balanza eléctrica digital monoplato (modelo 11-DO629) con precisión de 0.3 mg.

Identificación de las principales plagas y enfermedades según el Instructivo Técnico del Cultivo del Ñame (MINAG, 2008) y Guía para la regeneración de germoplasma de ñame (Dumet & Ogunzola, 2008).

Pruebas organolépticas

El análisis organoléptico de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) se realizó a través del método de encuesta a 30 personas atendiendo a los siguientes criterios una vez degustado al azar los diferentes platos que fueron preparados a partir trozos de tubérculos hervidos, se realizó un puré al cual se le añadió un mojo formado por el ajo, la sal, aceite vegetal de girasol, el vinagre, y el jugo de limón.

Criterios evaluados

Plato X

Sabor: _Excelente_ Bueno_Regular _Malo

Aspecto: Excelente _ Bueno_Regular_Malo

Textura: _Dura_ Semidura _Blanda

Deseo volverlo a consumir.

_Siempre _ A veces _ Nunca

Clave (Se seleccionó al azar el clon de ñame correspondiente a cada plato).

Plato 1. Clon Criollo.

Plato 2. Clon Caballo.

Plato 3. Clon Caraqueño.

Plato 4. Clon Chino blanco.

Plato 5. Clon Papa.

Reducción de pérdidas mediante el manejo de tubérculos comerciales de *Dioscorea spp.* durante su cosecha y almacenamiento poscosecha

Se elaboró un plan de medidas para la prevención de pérdidas mediante el manejo de tubérculos comerciales de *Dioscorea spp.* durante su cosecha y almacenamiento poscosecha a partir de los mejores resultados obtenidos en los experimentos anteriores.

Análisis estadístico

Se utilizó un análisis de varianza de clasificación simple con prueba de comparación múltiple de medias de Tukey al 5% de probabilidad del error. Para comprobar la normalidad de los datos se utilizó la prueba de Kolmogorov – Smirnov y para la homogeneidad de varianzas la prueba de Bartlett. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistica para WINDOWS, versión 10.0 (StatSoft, 2011).

Resultados y discusión

Manejo de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) en el momento de la cosecha

Pérdidas en el momento de la cosecha.

A los 9 meses durante la senescencia foliar y donde los tubérculos mostraron un color castaño oscuro en la parte distal se efectuó la cosecha de manera cuidadosa para reducir el daño de los tubérculos y se realizó su beneficio antes de su transportación y almacenaje.

En este sentido Quiros et al., (2007) señalaron que generalmente la cosecha de ñame se realiza entre los nueve y diez meses después de la siembra. Se cosecha cuando las hojas se tornan amarillas y marchitas y los tubérculos presentan su parte distal de color café. El trabajo debe ser cuidadoso y lento para evitar el daño a los tubérculos. Inicialmente se eliminan los tutores del campo, se chapea los lomillos para favorecer la cosecha.

Estos autores también declararon que, una vez seleccionado los tubérculos de acuerdo con las exigencias de la planta empacadora, se traslada a la planta para su lavado, una preselección y secado y

colocado en el patio de la planta para ser luego empacados en papel periódico en forma individual y una vez completada la caja, son transportados en paletas para ser llevados finalmente al contenedor. Por lo general, los ñames se exportan frescos o se consumen a nivel nacional también frescos.

Se encontró que en el momento de la cosecha se produjeron pérdidas (Tabla 3) en un rango de 14 a 17% debido a los daños mecánicos de los tubérculos durante la cosecha, derivados de cortes y magulladuras durante el arrancado, amontonamiento, recogida y transporte.

Resultados similares alcanzados por Adejo (2017) demostró que las principales pérdidas desde la cosecha hasta los primeros 90 días de almacenaje oscilaron entre un 10 a 15%, causadas por factores tales como plagas, enfermedades de hongos y bacterias, pobre manejo y logística, facilidades de almacenaje inadecuadas y daños mecánicos.

Tabla 3. Pérdidas por daños mecánicos en el momento de la cosecha de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*)

Tratamientos	Porcentaje de pérdidas por daños mecánicos (%)
<i>D. alata</i> (Criollo blanco)	15
<i>D. alata</i> (Caballo)	14
<i>D. alata</i> (Caraqueño)	16
<i>D. alata</i> (Chino blanco)	17
<i>D. esculenta</i> (Papa)	14
EE	0.43

EE, error estándar.

Por otro lado, Coursey (1967) señaló que, a diferencia de los cereales, todas las plantas tropicales de raíces o de tubérculos forman parte de los productos alimentarios frágiles y perecederos. La cosecha es delicada y debe ser hecha con cuidado, porque condiciona todas las operaciones subsiguientes, en particular, cualquier acción para prevenir los daños o las pérdidas.

No se identificaron bacterias, sin embargo, se logró identificar los hongos *Botryodiplodia theobromae* y *Penicillium spp.* (Tabla 4, Figura 1) en los clones Papa y Caballo, a partir de pudrición seca presente en los mismos. Mientras que en los clones Criollo y Caraqueño, se encontraron hongos del tipo *Penicillium spp.* y *Aspergillus flavus*, Link. Los resultados fueron comparados con la clave del CMI (1976) para corroborar los resultados.

Esta presencia de enfermedades se debe principalmente a los daños mecánicos ocurridos durante la cosecha, ya que estos hongos son capaces de penetrar a través de la epidermis dañada y de esta manera infectar el tubérculo.

En este sentido Dumet & Ogunsola (2008) refieren que la principal enfermedad en la cosecha del cultivo del ñame es la pudrición del tubérculo, la cual es causada por diferentes tipos de hongos. Entre estas podemos encontrar: pudriciones suaves causadas por *Penicillium spp.*, *Fusarium oxysporum* y *Botryodiplodia theobromae*; y pudriciones secas causadas por *Rosselinia* y *Sphaerostilbe*. Otros hongos encontrados frecuentemente son *Rhizopus nodosus* y *F. solani*.

Tabla 4. Identificación de la incidencia de las principales enfermedades de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) en el momento de la cosecha

Clon	Plagas identificadas
Papa	<i>Botryodiplodia theobromae</i> <i>Penicillium spp.</i>
Caballo	<i>Botryodiplodia theobromae</i> <i>Penicillium spp.</i>
Caraqueño	<i>Penicillium spp.</i> <i>Aspergillus flavus</i> Link.
Chino Blanco	
Criollo	<i>Penicillium spp.</i> <i>Aspergillus flavus</i> Link.

Las pudriciones en el tubérculo del ñame son generadas desde el campo y progresan durante el almacenamiento. Pueden ocurrir: pudriciones secas (que provocan manchas ligeras y debilitamiento de la planta), pudriciones húmedas (que desintegran el tejido en una masa acuosa) y pudriciones fuertes (que provocan maceración total del tejido). Se han determinado varios microorganismos que provocan la pudrición del tubérculo (*Sclerotium rolfsii*, *Botryodiplodia theobromae*, *Penicillium spp.*, *Rhizopus spp.*, *Fusarium spp.*) (MINAG, 2008).

Pérdidas superiores (25%) en estos tipos de almacenamiento tradicional han sido informadas. Las podredumbres fúngicas y bacterianas son la causa de gran parte de las pérdidas durante el almacenamiento, muchos de ellos son patógenos (FAO, 1985).

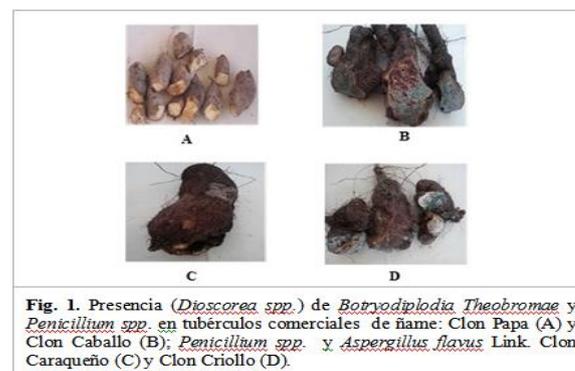


Fig. 1. Presencia (*Dioscorea spp.*) de *Botryodiplodia Theobromae* y *Penicillium spp.* en tubérculos comerciales de ñame: Clon Papa (A) y Clon Caballo (B); *Penicillium spp.* y *Aspergillus flavus* Link. Clon Caraqueño (C) y Clon Criollo (D).

Manejo de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) durante su almacenamiento poscosecha a temperatura ambiente con luz solar indirecta en un local limpio y ventilado

En el almacenamiento poscosecha de los tubérculos comerciales se eliminaron todos los tubérculos enfermos o dañados por los instrumentos de cosecha y se procedió a su almacenamiento en un lugar ventilado, limpio y bajo luz solar indirecta. Este proceder coincidió con lo señalado por MINAG (2008) donde se declara que para realizar un correcto almacenamiento debe tenerse la precaución de eliminar todos los tubérculos enfermos o dañados por los instrumentos de cosecha; debe colocarse a la sombra, aunque siempre se producen pérdidas de peso que en el caso de *D. alata* puede oscilar entre un 8-23% en dependencia del clon almacenado.

Por otro lado, FAO (1985) señala que es muy importante observar la condición de los tubérculos de ñame al momento de almacenarlos, para determinar la duración del almacenamiento. Sólo podrán almacenarse los ñames que estén en buen estado, es decir, los tubérculos exentos de nematodos, de podredumbres y de lesiones físicas. Para reducir las lesiones físicas, es necesario manipular cuidadosamente los tubérculos durante todas las operaciones de recolección y transporte. Toda lesión, raspadura o magulladura o corte profundo producido con el machete o azadón utilizado para excavar predispondrá al tubérculo al ataque de patógenos y a la pudrición posterior durante el almacenamiento. Es importante evitar la exposición de los tubérculos, especialmente los recién excavados, durante largo tiempo, a un sol intenso, ya que ello puede provocar lesiones y favorecer la putrefacción.

Indicadores morfológicos

El color de distintos clones de ñame (*Dioscorea spp.*) a los 0, 30 y 60 a temperatura ambiente con luz solar indirecta en un local limpio y ventilado contenido dentro de sacos de aspillera. Se observó variabilidad de color en el rango de castaño oscuro a castaño claro en los clones Criollo blanco, Caballoy Chino blanco, de castaño claro a castaño medio en el clon Caraqueño, mientras que el clon Papa no presentó cambio de color, se mantuvo castaño claro.

También se apreció disímiles formas de los tubérculos de distintos clones de ñame (*Dioscorea spp.*): oblongo (Criollo blanco); alargado achatado (Caballo); irregular (Caraqueño); ovado (Chino blanco), y elíptica (Papa).

En este sentido, Jiménez & Hernández (2009) refieren que la descripción morfológica de órganos vegetativos y reproductivos y rasgos agronómicos clásicos han sido de gran utilidad para la caracterización y evaluación de recursos genéticos.

Estos descriptores pueden ser definidos como atributos observables de la planta, y fácilmente cuantificables e identificables; que permiten una discriminación rápida de fenotipos.

Estos resultados son comparables con los descritos por Leyva (2017) al evaluar desde el punto de vista morfoagronómico el banco de semilla categorizada de ñame ubicado en las áreas del Centro de Estudios de Biotecnología vegetal de la Universidad de Granma. También se corresponden con los descriptores del IPGRI/IITA (1997) y los de Aguilar (2012) al caracterizar desde el punto de vista morfológico y molecular la colección de *Dioscorea spp.* del Banco de Germoplasma del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica.

Por otra parte, las características de almacenamiento son diferentes para las distintas especies de ñames. Como regla general, el ñame de agua (*Dioscorea alata*) se conserva mejor que el ñame blanco (*D. rotundata*), y éste mejor que el ñame amarillo (*D. cayenensis*). Hay también diferencias entre variedades de la misma especie. Clones que presentan mejores características de almacenamiento con un período de latencia más prolongado, las que cicatrizan bien y las que tienen formas que facilitan la excavación sin lesiones. Los clones que tienen malas características de almacenamiento deberían consumirse o venderse en primer lugar, y conservarse sólo los clones que tienen buenas características de almacenamiento.

Porcentaje de brotación

El porcentaje de brotación a los 60 días, arrojó los mayores valores significativos ($p < 0.05$) en los clones Papa y Chino blanco con un 80 y 76% de brotación, seguido de los clones Caraqueño (63.3%) y Criollo (53.3%). Estos resultados son similares a los alcanzados por Leyva (2017) a los 30 días de establecidas las plantas en condiciones de campo donde alcanzó porcentajes de brotación en los tratamientos de la especie *D. alata*, clon Caraqueño 82.0%; y clon Chino Blanco 87.5%. Sin embargo, no coinciden con los valores superiores alcanzados para el clon Criollo 87.4%, clon Caballo 99.0% y *D. esculenta* clon ñame Papa (38%).

Diámetro y longitud del brote

Los resultados del diámetro y la longitud del brote se exponen en la tabla 5, donde el mayor resultado lo mostró el clon Chino Blanco con un diámetro de 0.76 cm y una longitud de 14.82 cm, siendo los menores resultados del clon Papa con un diámetro de 0.42 cm y longitud de 1.28 cm.

Tabla 5. Diámetro y longitud del brote de diferentes clones comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) a los 60 días de almacenamiento

Clones	Diámetro del brote (cm)	Longitud del brote (cm)
Criollo	0.58 b	1 d
Caballo	0 e	0 e
Caraqueño	0.55 c	3.40 b
Chino Blanco	0.76 a	14.82 a
Papa	0.42 d	1.28 c
EE	0.03	1.43

Medias con letras distintas difieren significativamente para $p < 0.05$ según prueba de Tukey. EE, error estándar.

Resultados similares alcanzados por Leyva (2017) en el diámetro de los clones Criollo y Caraqueño (0.60; 0.61) y mucho menor para el clon Papa (0.14 cm). La diferencia mostrada por el clon Papa obedece a la característica de la especie cuya arquitectura presenta tallos muy delgados.

Indicadores agronómicos

Masa fresca de los tubérculos.

En la tabla 6 se muestra la masa fresca de tubérculos (MFT) de diferentes clones de ñame (*Dioscorea spp.*) en distintos momentos de almacenamiento, donde se aprecia que a los 0 días se encuentra en un rango de 1.1 a 0.10 kg con un valor promedio de 0.66 kg. Los mayores valores significativos ($p < 0.05$) se presentaron en los clones, Caballo, Chino blanco y Caraqueño (1.1, 0.90 y 0.66 kg), seguido de los clones Criollo y Papa (0.45 y 0.10 kg). A los 30 días se mostró en un rango de 0,82 a 0.08 kg, con un valor promedio de 0.52 kg; destacándose los clones Chino blanco, Caballo y Caraqueño (0.82, 0.72 y 0,52 kg), seguido de los clones Criollo y Papa (0.43, 0.08 kg). A los 60 días de almacenamiento estuvo en un rango de 0.80 a 0.07 kg, con un valor promedio de 0.47 kg, destacándose nuevamente los clones Chino Blanco, Caballo y Caraqueño (0.80, 0.70 y 0.47 kg).

Tabla 6. Masa fresca de tubérculos (kg) de diferentes clones comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) en distintos tiempos de almacenamiento a temperatura ambiente (TA)

TA (días)	CB	ChB	C	Cq	Pa
0	0,45 d	0,90 b	1.1 a	0,66 c	0,10 e
30	0,43 d	0,82 b	0,72 a	0,52 c	0,08 e
60	0,42 d	0,80 b	0,70 a	0,47 c	0,07 e
EE	0,04	0,03	0,13	0,05	0,008

CB, Criollo blanco; ChB, Chino blanco; C, Caballo; Cq, Caraqueño; Pa, Papa. Medias con letras distintas por filas difieren significativamente para $p < 0.05$ según prueba de Tukey. EE, error estándar.

Se evidenció en todos los clones analizados que a medida que pasa el tiempo de almacenamiento disminuyó la masa fresca de tubérculo, lo que puede deberse a una pérdida de agua durante este período que osciló entre 18 y 26%. Estos resultados se corroboran con los obtenidos por Osunde (2003) al evaluar distintos clones de ñame de la especie *D. alata* donde la pérdida de masa fresca osciló en un rango de 19 a 22%. Resultados similares para la pérdida de masa fresca en *D. alata* han sido informados por MINAG (2008) en un rango de 8-23% en dependencia del clon almacenado.

Porcentaje de masa seca de tubérculos

El contenido de masa seca (%) de diferentes clones de ñame (*Dioscorea spp.*) en distintos momentos de almacenamiento se expone en la tabla 7, donde se aprecia que a los 0 días se encuentra en un rango de 29 a 22%. Alcanzando los mayores porcentajes significativos ($p < 0.05$) los clones Caballo y Papa (29 y 25%) seguido del resto. A los 30 días se encuentra en un rango de 30 a 23% alcanzando los mayores porcentajes significativos en los clones Caballo y Papa (30 y 27%) seguido del resto de los clones. A los 60 días como es evidente se encuentra en un rango de 31 a 24% alcanzando los mayores porcentajes significativos en los clones Caballo, Papa y Chino Blanco (31, 28 y 25%), seguido de los clones Caraqueño y Criollo (24%).

En resumen, se observó que a menor masa fresca de los tubérculos hay un mayor contenido de materia seca lo cual se debe a la pérdida de agua por transpiración durante el almacenamiento de los tubérculos, lo que puede influir en la calidad de los mismos.

Tabla 7. Porcentaje de masa seca de tubérculos de diferentes clones de ñame (*Dioscorea spp.*) en distintos momentos de almacenamiento a temperatura ambiente (TA)

TA (días)	CB	ChB	C	Cq	Pa
0 días	22 c	23.3 c	29 a	22.3 c	25 b
30 días	23 c	24 c	30 a	23 c	27 b
60 días	24 c	25 c	31 a	24 c	28 b
EE	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8

CB, Criollo blanco; ChB, Chino blanco; C, Caballo; Cq, Caraqueño; Pa, Papa. Medias con letras distintas por filas difieren significativamente para $p < 0.05$ según prueba de Tukey. EE, error estándar.

Estos resultados son comparables a los obtenidos por Lebot (2009) durante la caracterización físico-química de tubérculos de ñame (*Dioscorea spp.*) los cuales lograron un contenido de materia seca un rango de 13.68 a 37.4%.

Identificación de las principales plagas y enfermedades

Durante el almacenamiento poscosecha de tubérculos comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) a temperatura ambiente no se detectó incidencia de plagas y enfermedades hasta 60 días lo que demuestra que el método de almacenamiento resultó apropiado para el mantenimiento de los indicadores de calidad de los tubérculos comerciales de ñame.

Pruebas organolépticas

Los resultados de las pruebas organolépticas del puré de tubérculos hervidos en mojo de ajo de diferentes clones comerciales de ñame (*Dioscorea spp.*) a 0 y 60 días para la evaluación del sabor y aspecto durante la degustación en diferentes clones de ñame (*Dioscorea spp.*) arrojaron los mejores resultados al clon Chino Blanco a los 0 días con un 90% de excelente y un 10% de bueno, seguido en orden de categoría evaluativa los clones, Criollo y Papa con un 70% de excelente, luego Caraqueño con 70% de bueno y por último el Caballo con 90% de regular. Sin embargo, a los 60 días los panelistas escogieron el clon Chino Blanco con un 70% de excelente, seguido del Papa (50%), Caraqueño y Criollo (40%), y por último el Caballo con un 40%.

Resultados semejantes alcanzó Hidalgo (2014) al caracterizar la calidad nutricional de tubérculos de ñame (*Dioscorea spp.*) a través de diferentes técnicas de análisis, donde los valores superiores correspondieron al clon Chino blanco con un 70% de excelente y un 30% de bueno, seguido por los clones Criollo y Papa con 80% y 60% de bueno respectivamente.

La textura de tubérculos hervidos de diferentes clones de ñame (*Dioscorea spp.*) evidenciaron a los 0 y 60 días que, el clon Chino Blanco posee la mejor textura (semidura) lo que fue declarado por el 100% de los encuestados, seguido por el clon Papa (80%), Caballo (30%) y Criollo (20%) y en la textura blanda el clon Caraqueño (100%), y dura el Criollo (80%) y Caballo (70%).

Hidalgo (2014) demostró una textura de 100% semidura para el clon Chino Blanco, seguido por los clones Caballo y Criollo en la textura dura de 60% y 90% respectivamente, sin embargo, el clon Caraqueño alcanza un 80% pero en la categoría de blanda.

De igual modo el deseo de los panelistas de volver a consumir puré de tubérculos hervidos de diferentes clones de ñame (*Dioscorea spp.*), mostró a los 0 y 60 días el clon Chino Blanco el más aceptado donde el 100% desea consumirlo siempre, seguido en orden por los clones Papa, Caraqueño y Criollo con un 80%, por último, aparece el clon Caballo donde el 80% de los panelistas nunca desea consumirlo.

En este aspecto Poot–Matu & Cortes (2000) refieren que los tubérculos se consumen cocidos, en puré, en sopas y guisos. Se consume frito, forma en la que se preparan hojuelas crocantes. También se prepara una chicha o "masato" de ñame. En África, el ñame se usa en la preparación de "fufú" alimento tradicional en estos pueblos, que consiste en una masa elástica elaborada con ñame cocido, molido y amasado en un mortero de madera.

Por otra parte, el ñame (*Dioscorea spp.*) es un cultivo de gran importancia para la seguridad alimentaria ya que posee excelentes características nutricionales y gran adaptabilidad a diferentes condiciones edafoclimáticas, lo cual contribuye a su productividad y tolerancia a factores bióticos y abióticos (Borges et al., 2016 y Sánchez, Labrada & Borges, 2019) y es un cultivo importante en las zonas montañosas de la región oriental de Cuba, donde existe la mayor diversidad de *Dioscorea spp.* (Borges, Silva & Reyes, 2020).

Reducción de pérdidas mediante el manejo de tubérculos de *Dioscorea spp.* durante su cosecha y almacenamiento poscosecha

A continuación, se describen un conjunto de medidas de manejo del cultivo que se consideran como esenciales para reducir las pérdidas durante la cosecha y almacenamiento de los tubérculos comerciales.

- Efectuar la plantación en canteros de 50 cm de altura (0,5x1m) para de esta manera evitar o reducir posibles daños mecánicos durante el momento de la cosecha.
- Realizar la cosecha entre los 8 y 9 meses.
- Si en el momento del muestreo durante la cosecha el ápice es de color claro, se puede dejar reposando en el suelo un tiempo prudencial (2 a 3 semanas). Si el ápice está oscuro, muy similar al resto del tubérculo, se puede proceder con la cosecha.
- Realizar la cosecha manual utilizando la coa para de esta manera evitar daños mecánicos mayores.
- Efectuar el lavado con el fin eliminar los residuos de suelo y de materia orgánica que permanecen adheridos a los tubérculos.
- Almacenar los tubérculos colgados en sacos de aspillera en un local, limpio, ventilado, a temperatura ambiente y con iluminación solar indirecta.
- Secar los tubérculos al aire libre y a la sombra para eliminar la humedad externa de los tubérculos y minimizar el ataque de las

plagas durante el transporte y el almacenamiento.

Conclusiones

- Se identificó como principales enfermedades de tubérculos comerciales de ñame durante el momento de cosecha a *Botryodiplodia theobromae*, *Penicillium* spp. y *Aspergillus flavus*, Link.
- Se determinó para todos los clones evaluados que a medida que pasa el tiempo de almacenamiento hasta 60 días disminuye el porcentaje de masa fresca de tubérculo y aumenta el de masa seca.
- Se logró el almacenamiento satisfactorio de los tubérculos comerciales de ñame de *D. alata* de los clones Criollo, Chino Blanco, Caballo, Caraqueño y de *D. esculenta* clon Papa en sacos de aspillera hasta 60 días en un local ventilado, limpio y con luz solar indirecta a temperatura ambiente.
- El análisis organoléptico arrojó que el clon Chino Blanco es el más aceptado donde el 100% de los panelistas desea consumirlo siempre, seguido en orden por los clones Papa, Caraqueño y Criollo con un 80%. El clon Caballo el 80% de los panelistas nunca desea consumirlo.
- Se elaboró un plan de medidas para el manejo de tubérculos de *Dioscorea* spp. durante su cosecha y almacenamiento poscosecha.

Recomendaciones

- Realizar estudios de almacenamiento en sacos de aspillera hasta 180 días en un local ventilado, limpio y con luz solar indirecta a temperatura ambiente de tubérculos comerciales de ñame de *D. alata* de los clones Criollo, Chino Blanco, Caballo, Caraqueño y de *D. esculenta* clon Papa.

Contribución de los autores

Misterbino Borges García: ejecución de la investigación, descripción morfológica de los cultivares, análisis de los resultados, redacción del artículo y revisión final.

Yoenia Sánchez Rodríguez: análisis de los resultados y revisión del artículo.

Diana María Reyes Avalos: toma de datos y análisis de los resultados.

Conflictos de interés

No se declaran.

Referencias

- Abasimi, I. (2018). Determinants of Yam Production and Choice of Market Outlet in Ghana: A Case Study in the Upper West Region. *European academic research*, 5(10), 5847-5859. Recuperado el 19 de noviembre de 2019, de: <https://1library.net/document/zx2r4ooq-determinants-production-choice-market-outlet-ghana-study-region.html#fulltext-content>
- Adejo, P. E. (2017). Post-Harvest Management Practices of Yam and Farmers' Information Needs in the North-Central of Nigeria. *Journal of Nutraceuticals and Food Science.*, 2 (3), 9, 1-7. Recuperado el 19 de noviembre de 2019, de: <https://www.researchgate.net/publication/324687182>
- Aguilar, Z. I. (2012). *Caracterización morfológica y molecular de la colección de Dioscorea spp. del Banco de Germoplasma del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica.* (Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado como requisito para optar por el grado de Magister Scientiae en Agricultura Ecológica), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Escuela de Posgrado, Turrialba, Costa Rica. Recuperado el 12 enero de 2020, de: <http://www.sidalc.net/repdoc/A8940e/A8940e.pdf>
- Akinrinola, O. O., & Adeyemo, A. O. (2018). The Impact of Agricultural Technology Adoption on Poverty: The Case of Yam Minisets Technology in Ekiti State, Nigeria. *Journal of Agricultural Research*, 3(9), 000195, 1-11. Recuperado el 19 de noviembre de 2019, de: <https://medwinpublishers.com/OAJAR/OAJAR16000195.pdf>
- Andres, C., Adeoluwa O.O., & Bhullar, G.S. (2017). Yam (*Dioscorea* spp.) - A rich staple crop neglected by research En B. Thomas, B. G. Murray & D. J. Murphy (eds.), *Encyclopedia of Applied Plant Sciences.* (2da ed., pp. 435-441). San Diego, USA: Academic Press.
- Ansah, I. G. K., & Tetth, B. K. D. (2016). Determinants of yam postharvest management in the Zabzugu district of northern Ghana. *Advances in Agricultura*, 2016, 1-9, doi: <https://doi.org/10.1155/2016/9274017>
- Ayado, S. (19 Junio, 2017). Discordant tunes over yam export policy in Nigeria. *Leadership Newspaper.*
- Borges, M., Malaurie, B., Meneses, S., Gómez, R., Lartaud, M., & Verdeil, J. (2016). Anatomía

- comparada de plantas de *Dioscorea alata* L. clon ‘Caraqueño’ cultivadas entres ambientes de crecimiento *in vitro*. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18(2), 112-118, doi: <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n2.61528>
- Borges, M., Silva J.J., & Reyes, D. (2020). *Proyecto Incuba innovación biotecnológica para potenciar la producción local sostenible del cultivo de ñame (Dioscorea spp.)*. Ponencia presentada en el 12^{do} Congreso Internacional de Educación Superior. Universidad 2020.
- Claudius-Cole A.O., Kenyon, L., & Coyne, D. L. (2017). Effect of pre-plant treatments of yam (*Dioscorea rotundata*) setts on the production of healthy seed yam, seed yam storage and consecutive ware tuber production. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 118 (2), 297–306. Recuperado el 12 de marzo de 2019, de: <https://www.jarts.info/index.php/jarts/article/download/2017112153823/927>
- CMI (Commonwealth Mycological Institute). (1976). *Comprehensive index to mycological descriptions*. Kew, Surrey, England: Autor.
- Coursey, D. G. (1967). *Yams, an account of the nature, origins, cultivation and utilisation of the useful members of the dioscoreaceae*. London: Longmans, Green and Co. Ltd. Tropical Agriculture Series.
- Dumet, D., & Ogunsoola, D. (2008). Guías para la regeneración de germoplasma: ñame. En M.E. Dulloo, I. Thormann, M.A. Jorge & J. Hanson (editors), *Crop specific regeneration guidelines*. [CD-ROM]. CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP). Rome, Italy.
- FAO. (1985). *Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha. Manual de capacitación*. Roma. Italia: Autor. Recuperado el 19 de enero de 2020, de: <http://www.fao.org/3/x5037s/x5037S00.htm>
- FAO. (2011). Inspección fitosanitaria de plantas y partes de plantas para propagación, multiplicación o ser plantadas. En *Manual de Inspección Fitosanitaria*. (pp. 60-74). Roma. Italia: Autor. Recuperado el 19 de enero de 2020, de: <http://www.fao.org/3/i0805s/i0805s.pdf>
- FAOSTAT. (2018). *Estadísticas del cultivo de ñame*. Recuperado el 10 marzo de 2020, de: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Hidalgo, M. (2014). *Caracterización bioquímica y nutricional de tubérculos de ñame (Dioscorea spp.)*. (Trabajo de Diploma), Universidad de Granma, Granma, Cuba.
- Iddi, F. Y., Donkoh, S. A., Danso-Abbeam, G., Karg H., & Akoto-Danso, E. K. (2018). Marketing efficiency analysis of yam value chain in the northern region of Ghana. *UDS International Journal of Development*, 5(1), 73-84. Recuperado el 15 de febrero de 2020, de: <http://udsspace.uds.edu.gh/bitstream/123456789/2177/1/MARKETING%20EFFICIENCY%20ANALYSIS%20OF%20YAM%20VALUE%20CHAIN%20IN%20THE%20NORTHERN%20REGION%20OF%20GHANA.pdf>
- IPGRI/IITA. (1997). *Descriptor para el ñame (Dioscorea spp.)*. Roma, Italia: Instituto Internacional del Agricultura Tropical, Ibadán, Nigeria/ Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Recuperado el 12 de enero de 2020, de: https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/migrated/uploads/tx_news/Descriptor para el %c3%blame Dioscorea spp. 481.pdf
- Jiménez, D., & Hernández, R. (2009). *Manual Técnico. Cultivo de ñame. (Dioscorea alata L.)*. Panamá: IDIAP. Recuperado el 12 de enero de 2020, de: <http://www.idiap.gob.pa/download/cultivo-de-name/?wpdmdl=1309>
- Lebot, V. (2009). *Tropical root and tuber crops: cassava, sweet potato, yams and aroids*. Wallingford: CABI. Crops production Science in Horticultures Series.
- Leyva, H. (2017). *Banco de semilla categorizada y mejoramiento de la tecnología del cultivo de ñame (Dioscorea spp.) en la provincia Granma*. (Tesis de Maestría en Ciencias Agrícolas), Universidad de Granma, Granma, Cuba.
- López, V. (2016). Laboratorio poscosecha realiza estudio sobre calidad del ñame. *Boletín diario del Semanario Universitario*. 3 pp. Recuperado el 19 de enero de 2020, de: <https://semanariouniversidad.com/universitarias/laboratorio-poscosecha-realiza-estudio-calidad-del-name/>
- Maya, H. J. (2015). Determinación de la variabilidad morfológica y patogénica del *Colletotrichum gloeosporioides* en *Dioscorea alata*, CV. OSO Y CV. Diamante 22. Universidad de Sucre. Sucre, Colombia. Recuperado el 12 marzo de 2020, de: <http://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/536/1/T632.4%20M467.pdf>
- MINAG (2008). *Instructivo Técnico del Cultivo del Ñame*. Ciudad de La Habana, Cuba: SEDGRI/AGRINFOR; MINAG.
- Osunde, Z. D., Yisa, M. G., & El-Okene, A. M. (2003). Quality changes of yam under different storage structures. Proceedings of the Fourth International. En *Conference and 25 th Annual General Meeting of the Nigerian*. (Vol. 25, pp. 206-212). Damaturu,

- Nigeria: Institution of Agricultural Engineers held at Damaturu.
- Poot-Matu, J. E., & Cortés, M. A. (2000). *Serie Técnica. Raíces y tubérculos*. (No. 3, 5 y 6). Tabasco, México: Sigolfo: CONACYT.
- Quainoo, A. K., Addai I. K., Damba, Y., & Opoku, N. (2015). Seed Yam (*Dioscorea esculentum*) Improvement for Income and Food Security in Northern Ghana. *Research in Plant Biology*, 5(2), 09-16. Recuperado el 10 marzo de 2020, de: https://www.researchgate.net/publication/290436342_Seed_yam_Dioscorea_esculentum_improvement_for_income_and_food_security_in_Northern_Ghana
- Quirós, O., Aguilar, E., Artavia E., Setter, C., Jiménez, A., & Monge, Y. (2007). *Caracterización de la Agrocadena de Raíces Tropicales Región Alántica, Costa Rica*. Recuperado el 10 de marzo de 2020, de: <http://www.mag.go.cr/regiones/rha/agrocadenas/raicestropicales.pdf>
- Raphiou, M., Siaka, K., Kouami, N., Nebambi, L., & Bello, S. (2019). Effect of the Soil and Sawdust Substrates on the Sprouting Rates of Yam Minissetts Varieties in the Guinea Sudan Zone of Benin. *International Invention of Scientific Journal*, 3 (1), 434-444. Recuperado el 12 de enero de 2020, de: <http://www.ipindexing.com/journal-article-file/12638/Effectofthesoilandsawdustsubstratesonthesproutingratesofyamminissettsvarietiesintheguineasudanzoneofbenin>
- Rodríguez, Y., Rodríguez, S. J., Milián, M. D., Arce, R., & Figueroa, Y. (2017). Densidades de plantación en el cultivar de ñame 'Belep' (*Dioscorea alata*L.) y su efecto en la producción de tubérculos. *Agricultura Tropical*, 3(1), 14-19. Recuperado el 10 marzo de 2020, de: http://ojs.inivit.cu/index.php?journal=inivit&page=article&op=download&path%5B%5D=62&path%5B%5D=AT03012017_2MG-02
- Sánchez, L. A., Labrada, E. D., & Borges, M. (2019). Evaluación morfológica de plantas de ñame (*Dioscorea spp.*) procedentes de tuberculos sanos a los cuatro y siete meses de edad. *REDEL. Revista Granmense de Desarrollo Local*, 3(1), 138-145. Recuperado el 12 de enero de 2020, de: <https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/download/686/1233/>
- Statsoft. (2011). *Statistica for Windows. Release 10.0*. USA: Statsoft Inc., Tulsa, OK.
- Swisslatin (2016). *El ñame africano, un cultivo tradicional altamente nutritivo pero poco conocido*. Recuperado el 19 de enero de 2020, de: <https://www.swisslatin.ch/el-name-africano-un-cultivo-tradicional-altamente-nutritivo-pero-poco-conocido/>
- Vargas, A. (2019). *Comportamiento productivo de materiales de siembra de ñame (*Dioscorea alata*) en la región huetar norte, Costa rica*. (Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Agronomía como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía). Tecnológico de Costa Rica. Recuperado el 19 de enero de 2020, de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10836/Comportamiento%20productivo%20de%20materiales%20de%20siembra%20de%20c3%b1ame%20de%28dioscorea%20alata%29%20en%20la%20Regi%c3%b3n%20Huetar%20Norte%2c%20Costa%20Rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>