

Producción y diversificación sostenible del cultivo de ñame (*Dioscorea* spp.) en condiciones de sequía agrícola en el municipio de Jiguaní

Diana María Reyes Avalos¹ & Misterbino Borges García²

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

Citación: Reyes Avalo, D. M., & Borges García, M. Producción y diversificación sostenible del cultivo de ñame (*Dioscorea* spp.) en condiciones de sequía agrícola en el municipio de Jiguaní. *Agrisost*, 27(3). <https://doi.org/10.5281/zenodo.7908393>

Recibido: 14 enero 2020

Aceptado: 7 octubre 2021

Publicado: 8 diciembre 2021

Financiamiento: No se declara.

Conflictos de interés: No se declaran.

Correo electrónico: dreyesa@udg.co.cu

Resumen

Contexto: El impacto negativo de la sequía de corto y largo período acaecidos durante las últimas décadas en el municipio de Jiguaní, ha constituido un importante obstáculo en los esfuerzos por garantizar el bienestar de la población y el estable desarrollo de la agricultura.

Objetivo: La investigación tuvo como objetivo potenciar la diversificación y producción sostenible del cultivo del ñame en condiciones de sequía agrícola en el municipio Jiguaní con el uso de semilla biotecnológica. La experiencia se desarrolló en la agricultura urbana, suburbana y familiar en el municipio de Jiguaní, provincia Granma, Cuba. La elección obedeció a que es un municipio eminentemente agrícola con tradición en la producción del cultivo del ñame (*Dioscorea* spp.) y sometido en los últimos cinco años a periodos de sequía prolongada, donde la mayoría de las fuentes de abasto (pozos) de los campesinos se han agotado.

Métodos: La innovación biotecnológica fundamental se basó, en la implementación de la tecnología de producción acelerada de semilla de ñame, combinando los métodos biotecnológicos y convencionales, para incrementar la propagación sostenible de diferentes clones (Caballo, Criollo, Chino Blanco, Caraqueño, Blanco de Guinea, Papa), acompañado de un importante programa de sensibilización y capacitación a nivel local, promoviendo la articulación participativa de los actores locales.

Resultados: Los resultados obtenidos permitieron implementar de manera satisfactoria la tecnología biotecnológica de semilla certificada de ñame a partir de un manejo sostenible de 2000 a 6000 en el 2018 para un área total de 0.6 ha (6000 plantas), contribuyendo al desarrollo local. Finalmente, el análisis organoléptico contribuyó a definir los clones más promisorios para su producción y comercialización exitosa en condiciones agroecológicas de seco.

Conclusiones: Se logró la diversificación y producción sostenible del cultivo del ñame en condiciones de sequía agrícola en el municipio Jiguaní con el uso de semilla biotecnológica.

Palabras clave: *agricultura sostenible, innovación biotecnológica, semilla certificada, desarrollo local.*

Production and sustainable diversification of the yam (*Dioscorea* spp.) crop under conditions of agricultural drought in the municipality of Jiguaní

Abstract

Context: The negative impact of the drought of short and long period happened during the last decades in the municipality of Jiguaní, it has constituted an important obstacle in the efforts to guarantee the population's well-being and the agriculture stable development.

Objective: The investigation to strengthen the diversification and sustainable production of the yam crop under conditions of agricultural drought in the municipality Jiguaní with the use of biotechnological seed was carried out.

Methods: The experience was developed in the urban, suburban and family agriculture in the municipality of Jiguaní, Granma province, Cuba. The election obeyed to that is an eminently agricultural municipality with tradition in the production of the cultivation of the yam (*Dioscorea* spp.) and exposed in the last five years to periods of lingering drought, where most of the water supply sources (wells) of the peasants has been drained. The fundamental biotechnological innovation was based, in the implementation of the technology of rapid production of yam seed, combining the biotechnological and conventional methods, to increase the sustainable propagation of different clones (Creole, Chinese white, Caraqueño, Guinea white, Potato), accompanied by an important sensitization and training program at local level, promoting the participative articulation of the local actors.

Results: The obtained results allowed to implement in a satisfactory way the biotechnological technology of certified seed of yam starting from a sustainable handling from 2000 (2014) to 6000 (2018) for a total area of 0.6 ha (6000 plants), contributing to the local development. Finally the analysis organoleptic contributed to define the most promissory clones for its production and successful commercialization under agro ecological conditions unirrigated land.

Conclusions: The diversification and sustainable production of the yam crop under conditions of agricultural drought in the municipality Jiguaní with the use of biotechnological seed was achieved.

Key words: *sustainable agriculture, biotechnological innovation, certified seed, local development.*

Introducción

La promoción y apoyo derivado para aprovechar del conocimiento y experiencia de actores y permitir acciones específicas de respuesta a la sequía, producción agrícola y el uso sustentable del agua en la agricultura, es el camino a seguir, abordando así los retos que para la producción agrícola y los medios de subsistencia plantea el cambio climático (FAO, 2017).

La sequía agrícola ha sido calificada como un “desastre silencioso” que provoca impactos considerables en los sistemas agrícolas: en cultivos, pastizales, ganadería, suelos destinados a la producción. Sus causas fundamentales están dadas por la escasez de humedad atmosférica, la insuficiencia de sistemas generadores de lluvia o la persistencia de una fuerte subsidencia, o bien, a la combinación de algunos de estos factores, las cuales deben ser estudiadas en el contexto de la circulación general de la atmósfera.

En Cuba, se han producido diferentes eventos de sequías a lo largo del tiempo, que han afectado a territorios de casi todo el país provocando pérdidas millonarias por el impacto en la producción agropecuaria y ecosistemas medioambientales, razón por la cual se hace necesario conocer y estudiar las causas, comportamiento y consecuencias de tales fenómenos, con vistas a fundamentar políticas y estrategias de enfrentamiento y aviso temprano dirigidas a reducir y mitigar sus impactos y garantizar la sostenibilidad ambiental y la seguridad alimentaria.

El impacto negativo de los persistentes y significativos eventos de sequía de corto y largo período acaecidos durante las últimas décadas en el municipio de Jiguaní, ha constituido un importante

obstáculo en los esfuerzos por garantizar el bienestar de su población y el estable desarrollo de su economía, en especial la agricultura y la ganadería (Lapinel, 2011).

A nivel mundial los suelos agrícolas se encuentran afectados por la sequía, que constituye uno de las limitantes más importantes en la producción agrícola, debido a que millones de hectáreas presentan altos grados de aridez (Frahm et al., 2004).

De ahí que el tema a tratar se centre en la búsqueda de alternativas para contrarrestar los efectos negativos de la sequía en la agricultura, con el uso de cultivos tolerantes como el ñame (*Dioscorea* spp).

El ñame (*Dioscorea* spp.) se caracteriza por la producción de tubérculos comestibles que forman parte de la dieta alimenticia de la región Caribe, situación que explica su gran demanda en el mercado (Perez et al., 2015). Es 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 (Borges et al., 2016).

El cultivo posee un notable nivel de adaptación a las diferentes condiciones edafoclimáticas del país y de plantarlo en las zonas periurbanas y urbanas de los poblados y ciudades con altos rendimientos agrícolas, utilizando bajos insumos y aprovechando todos los espacios, principalmente las áreas marginales de cercas perimetrales de grandes extensiones agrícolas, parcelas y patios familiares.

Desde el año 2014, un equipo de extensión del Centro Universitario Municipal de Jiguaní (CUMJ) de conjunto con las entidades agrícolas urbanas y suburbanas del territorio, y con la asesoría del equipo

de investigación del cultivo del ñame perteneciente al Centro de Estudios de Biotecnología Vegetal (CEBVEG) de la Universidad de Granma ha trabajado de manera coordinada e integrada en la implementación de una tecnología de producción acelerada de semilla categorizada de ñame a nivel local, combinando métodos biotecnológicos y tradicionales para lograr la recuperación de un cultivo huérfano y marginalizado por más de 40 años, y con resistencia demostrada a las condiciones de sequía.

En el municipio la investigación participativa a través del Programa de Biotecnología Agrícola, ha permitido estandarizar técnicas de multiplicación de plantas *in vitro* de ñames de interés agrícola con fines comestibles y tolerantes al estrés hídrico, lo que ha generado enorme interés en los productores, debido a las ventajas obtenidas por estos sistemas: uniformidad del material vegetal, el vigor, la velocidad de propagación, el número de plantas regeneradas (Ramos et al., 2015) y la introducción en condiciones de secano de nuevos clones promisorios tanto comerciales como endógenos de la región.

La investigación tuvo como objetivo potenciar la diversificación y producción sostenible del cultivo del ñame en condiciones de sequía agrícola en el municipio Jiguaní, a través de la implementación de los avances más recientes de la innovación biotecnológica de producción de semilla categorizada en el cultivo del ñame alcanzados en el CEBVEG en colaboración con el CUMJ.

Materiales y métodos

La experiencia se desarrolló en la agricultura urbana, suburbana y familiar del municipio de Jiguaní, provincia Granma, Cuba, la elección obedeció a que es un municipio eminentemente agrícola con tradición en la producción del cultivo del ñame (*Dioscorea* spp.) y sometido en los últimos cinco años a periodos de sequía prolongada, donde la mayoría de las fuentes de abasto (pozos) de los campesinos se han agotado.

Material Vegetal

Se utilizaron tubérculos sanos de ñame (*Dioscorea* spp.) procedentes de plantas *in vitro* cultivadas durante un ciclo de cultivo (9 meses) en el banco de semilla categorizada del CEBVEG (Tabla 1). Estos clones fueron introducidos en la agricultura urbana, suburbana y familiar en condiciones de secano en el municipio Jiguaní, provincia Granma.

Tabla 1. Tubérculos sanos de ñame (*Dioscorea* spp.) introducidos en la agricultura urbana, suburbana y familiar en condiciones de secano en el municipio Jiguaní, provincia Granma, Cuba

Especie	Clon
<i>D. alata</i>	Criollo blanco
<i>D. alata</i>	Caraqueño
<i>D. alata</i>	Chino blanco
<i>D. rotundata</i>	Blanco de guinea
<i>D. esculenta</i>	Papa

Agricultura Urbana

Desde el año 2014 se comenzó la introducción y diversificación del cultivo en la agricultura urbana Huerto “Las Marianas”, donde hasta la fecha se logró la introducción y diversificación de diferentes clones (Criollo, Chino blanco, Caraqueño, Papa, Blanco de guinea).

Agricultura suburbana

La introducción y diversificación del cultivo de ñame en la agricultura suburbana se inició en el 2014 en la Cooperativa de Créditos y Servicios (CSS) Gabriel Valiente, con los clones Criollo, Chino blanco, Caraqueño y Papa.

En el año 2018 se extendió la innovación biotecnológica (Borges & Reyes, 2018) a las CCS “José Rosabal” y “José Reyes” con la introducción de los clones Criollo, Chino Blanco, Blanco de guinea y Papa. Esta plantación de ñame se realizó en el mes de abril (distancia de plantación 2 x 0,5) intercalado con clones de yuca (distancia de plantación 2 x 1) de ciclo largo (1 año y medio) establecida previamente en el mes de octubre para su utilización como tutor, que constituye uno de los principales elementos de innovación sostenibles del cultivo y factibles para potenciar su desarrollo por los productores.

Agricultura familiar

En el año 2014 se inició la introducción y diversificación participativa del cultivo de ñame en la agricultura familiar donde hasta la fecha en el año 2019 se cuenta con 30 familias que poseen en sus patios diferentes nuevos clones de ñame (Criollo, Papa, Caraqueño, Chino Blanco y Blanco de guinea) destinados a su autoconsumo familiar.

Resultados y discusión

Implementación de la innovación biotecnológica

Introducción de nuevos clones

Como principal elemento novedoso de esta innovación biotecnológica se destacó la introducción de 5 nuevos clones en el municipio de Jiguaní con valiosas potencialidades productivas, nutritivas y culinarias, y con tolerancia demostrada a la sequía.

Sensibilización y capacitación a nivel local

La diversificación y producción sostenible del cultivo estuvo acompañado de un importante programa de sensibilización y capacitación a nivel local a los/as pequeños/as productores/as, técnicos/as, decisores/as, actores/as directos e indirectos, y estudiantes/as en la nueva técnica biotecnológica para el establecimiento, manejo, propagación y extensión agrícola de este cultivo deficitario en la agricultura urbana y suburbana para incrementar la producción sostenible del mismo (Figura 1).

Se logró sensibilizar y capacitar 700 personas de diferentes sectores importantes del territorio para favorecer la implementación exitosa de la innovación biotecnológica del cultivo del ñame en la agricultura urbana, suburbana y familiar del municipio Jiguaní en el periodo 2014 al 2019.

La innovación es un elemento central en las estrategias de desarrollo, definido como un proceso dinámico de interacción que une agentes como lo productores, sus organizaciones, las instituciones del Estado y de formación e investigación agropecuaria. Los vínculos sistemáticos y la interacción entre actores, así como la infraestructura económica e institucional que cada país es capaz de desarrollar, determinan la posibilidad de avanzar hacia una cultura del emprendimiento e innovación contextualizado en el desarrollo local (Rojas-Meza, 2015).



Fig. 1. Taller de socialización para la introducción y diversificación del ñame, cultivo tolerante a la sequía, con decisores/as y productores/as en el municipio Jiguaní, provincia Granma, Cuba.

En este aspecto Dayanna-Ortega et al. (2017) y Vallejo et al. (2017) plantearon que el primer paso para lograr resultados productivos ecológicamente sostenibles a nivel local, los actores locales deben ser capacitados/as en todos los niveles para favorecer la comprensión de los principios de organización que los ecosistemas han desarrollado evolutivamente, mientras que, Borges & Reyes (2018) lograron sensibilizar y capacitar 914 personas de diferentes sectores importantes del país para favorecer la implementación exitosa de la innovación tecnológica del cultivo del ñame en la agricultura urbana,

suburbana y familiar en Cuba en el periodo 2014 al 2018.

Supervivencia, desarrollo vegetativo y rendimientos agrícolas de las semillas biotecnológicas

Es necesario destacar que las semillas suministradas mostraron porcentajes de supervivencia superiores al 98% en condiciones de campo, un desarrollo vegetativo vigoroso de las plantas (Figura 2) sin incidencias de plagas y buenos rendimientos agrícolas, se logró incrementar la semilla categorizada a partir de un manejo sostenible de 2000 en 2014 a 6000 semillas certificadas en el 2018 para un área total de 0.6 ha (6000 plantas) con un rendimiento agrícola promedio que osciló entre 10 a 12 t/ha (1 a 1.2 kg/planta) en dependencia del clon utilizado en condiciones agroecológicas de secano.



Fig. 2. Desarrollo vegetativo vigoroso de plantas de ñame procedente de semilla biotecnológica a los 5 meses de cultivo en condiciones agroecológicas de secano en campo en parcelas de la agricultura suburbana, en el municipio Jiguaní, provincia Granma, Cuba.

Estos rendimientos agrícolas (10 a 12 t/ha) son superiores a los obtenidos con semilla tradicional (6 a 8 t/ha), lo que demuestra la sostenibilidad y tolerancia del cultivo del ñame a partir de semilla biotecnológica a las condiciones de secano.

Sin embargo, Acevedo et al. (2015) señalaron que la disponibilidad actual de agua en el mundo corresponde a un panorama de escasez, sobreexplotación y contaminación, de tal forma que ya se considera un factor limitante para un desarrollo sostenible de cultivos.

Resultados comparables de la introducción de la innovación en la práctica socio-económica y productiva, han sido alcanzados por Borges & Reyes (2018), los han potenciado la implementación satisfactoria de la innovación biotecnológica en la práctica agrícola sostenible y su extensión a nivel local en 35 entidades de la agricultura urbana, suburbana y familiar en Cuba. Estos autores lograron la introducción de cinco nuevos clones, tres comerciales (Blanco de guinea, Belep, Papa) y dos endógenos de la región oriental de Cuba (Criollo y

Chino blanco) con valiosas potencialidades productivas, nutritivas y culinarias. También lograron porcentajes de supervivencia superiores al 95% en condiciones de campo de secano que permitieron un desarrollo vegetativo vigoroso de las plantas sin incidencias de plagas con rendimientos agrícolas estimados de 15 t/ha.

También Borges et al. (2018) con el uso de la semilla categorizada de ñame a partir de plantas *in vitro* cultivadas en campo mostraron porcentajes de supervivencia superiores al 97%. Desde el primer ciclo de producción los tubérculos obtenidos de la semilla biotecnológica poseen rendimientos superiores con relación a la semilla de propagación convencional no saneada (5 kg el procedente de semilla biotecnológica con relación a 1,5 Kg el obtenido de semilla tradicional), debido a que se trata de una semilla rejuvenecida de alta calidad genética, fisiológica y sanitaria.

Análisis organoléptico

El análisis organoléptico de preparaciones culinarias de diferentes clones de ñame hervidos (Tabla 2) desarrollado con distintos platos y combinaciones de proteína animal, huevo, carne de pollo, cerdo, ovejero y res, arrojó en todos los casos los mejores resultados para los clones Criollo, Chino Blanco y Blanco de guinea, seguido de los clones Caraqueño y Papa.

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.

Por otro lado, Sánchez (2018) al analizar las propiedades organolépticas de tubérculos de diferentes clones comerciales de ñame (*Dioscorea* spp.) a 0 y 60 días para la evaluación del sabor y aspecto de tubérculos hervidos 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.

También se determinó por unanimidad que los panelistas desean consumir siempre con un alto grado de aceptación y un sabor excelente los clones Criollo, Chino Blanco, Blanco de guinea y Papa, seguido del Caraqueño con un buen sabor y al igual que el Caballo, pero que este último no se desea consumir siempre.

Como se puede apreciar en la tabla 2, el clon Caballo que está presente de manera tradicional y común en toda la geografía de Cuba, por su rusticidad, productividad, tolerancia al estrés biótico y abiótico, y alta capacidad de propagación natural a través de bulbillos, posee un buen sabor, pero su aspecto es regular y su textura dura, características que no lo colocan en la preferencia de desear consumirlo siempre, sino a veces. En este clon es necesario tener en cuenta que el 50% de la producción aproximadamente es para semilla, es decir de la parte media a la proximal es muy fibrosa y no se debe usar para la comercialización como normalmente se realiza por desconocimiento de los productores y/o comercializadores, lo que provoca el rechazo por la mayor parte de la población del tubérculo de este clon en el mercado, de ahí la importancia de la diversificación del cultivo con clones promisorios de excelente calidad agronómica, comercial y nutritiva.

Tabla 2. Análisis organoléptico de preparaciones culinarias de diferentes clones de ñame en el municipio Jiguaní, provincia Granma, Cuba

Clones	Sabor	Aspecto	Textura	Consumo
C	B	R	Dura	A veces
Cr	B	B	Blanda	Siempre
CB	E	E	Semidura	Siempre
ChB	E	E	Blanda	Siempre
BG	E	E	Semidura	Siempre
Pa	E	E	Blanda	Siempre

CB, Criollo blanco; ChB, Chino blanco; C, Caballo; Cq, Caraqueño; Pa, Papa; R, regular; B, bueno; E, excelente

De igual modo Sánchez (2018) refirió que el deseo de los panelistas de volver a consumir 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 ultimo aparece el clon Caballo donde el 80% de los panelista nunca desea consumirlo.

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 (Balogun et al., 2014). Es de señalar que constituye una excelente fuente de carbohidratos, sales minerales como el calcio, el hierro y el fósforo, contiene determinados niveles de vitaminas A y C, así como la vitamina B1 o tiamina, esencial 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 sangre (González, 2012).

Conclusiones

El proceso de sensibilización y capacitación de 700 personas permitió la implementación satisfactoria de la innovación biotecnológica de producción acelerada de semilla certificada de ñame (cultivo tolerante a la sequía) a nivel local en la agricultura urbana, suburbana y familiar del municipio Jiguaní.

Se logró una producción total de 6000 semillas certificadas, las cuales fueron distribuidas a productores de avanzada aprobados del municipio Jiguaní para su plantación en 0,6 ha en condiciones agroecológicas de secano.

El análisis organoléptico evidenció los mejores resultados para los clones Criollo, Chino Blanco y Blanco de guinea, seguido de los clones Caraqueño y Papa.

Recomendaciones

Potenciar la implementación satisfactoria de la innovación biotecnológica del CEBVEG para el desarrollo sostenible de los clones promisorios de ñame Criollo, Chino blanco, Blanco de guinea, Caraqueño y Papa en condiciones agroecológicas de secano del municipio Jiguaní.

Contribución de los autores

Diana María Reyes Avalos: planeación de la investigación, elaboración de la plantilla, análisis de resultados, redacción del artículo, revisión final.

Misterbino Borges García: análisis de resultados, redacción del artículo, revisión final.

Conflictos de interés

No se declaran.

Referencias

- Acevedo, A.N., Sandoval, I.S., & Salcedo, J.G. (2015). Desarrollo y productividad de ñame (*Dioscorea trifida* y *Dioscorea esculenta*) en diferentes condiciones hídricas. *Acta Agron.*, 64(1), 30 - 35. <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v64n1.43917>
- Balogun, M.O., Maroya, N., & Asiedu R. (2014). Status and prospects for improving yam seed systems using temporary immersion bioreactors. *African Journal of Biotechnology*, 13 (15), 1614-1622. <https://doi.org/10.5897/AJBX2013.13522>
- Barreto, V. A. (2013). *Caesalpinaeae. Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 18.* Koeltz Scientific Books.
- Borges, M., & Reyes, D. (23 al 26 de octubre 2018). *Gestión del conocimiento e innovación biotecnológica para potenciar la producción de ñame (Dioscorea spp.) a nivel local en Cuba.* [Ponencia]. *IV Taller Internacional de Investigaciones de Ecosistemas Frágiles. II Conferencia Científica Internacional de la Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba.*
- Borges, M., Gómez, R., Meneses, S., Silva, J.J., Estrada, E., Reyes, D., Hernández, 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), 9. <http://www.revistacuba.cu/index.php/revac/article/view/372>
- Borges, M., Malaurie B., Meneses, S., Gómez, R., Lartaud, M., & Verdeil J. (2016). Anatomía comparada de plantas de *Dioscorea alata* L. clon 'Caraqueño' cultivadas en tres ambientes de crecimiento *in vitro*. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18(2), 112-118. <http://dx.doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n2.61528>
- Dayanna-Ortega, C., Borges-García, M., González-Pérez, M., & García-Hevia (2017). Un acercamiento al enfoque de género para potenciar el desarrollo agroecológico a nivel local. *Revista Roca*, 13(1), 91-103. <https://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/355>
- FAO. (2017). *Nota Conceptual: Seminario Internacional sobre Sequía y Agricultura. Pronosticar, planificar, preparar: cómo evitar que la sequía se convierta en hambruna.* Centro Sheikh Zayed. <https://www.fao.org/3/bs902s/bs902s.pdf>

- Frahm, M.A., Rosas, J.C., Mayek-Pérez, N., López-Salinas, E., Acosta-Gallegos, J.A., & Kelly, J.D. (2004). Breeding beans for resistance to terminal drought in the lowland tropics. *Euphytica* 136, 223-232. <https://doi.org/10.1023/B:EUPH.0000030678.12073.a9>
- González, M.E. (2012). El ñame (*Dioscorea spp.*). Características, usos y valor medicinal. Aspectos de importancia en el desarrollo de su cultivo. *Cultivos Tropicales*, 33 (4), 5-15. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v33n4/ctr01412.pdf>
- Hidalgo, M. (2014). *Caracterización bioquímica y nutricional de tubérculos de ñame (Dioscorea spp.)*. (Trabajo de Diploma), Universidad de Granma.
- Lapinel, P. B. (2011). La sequía. Causas, percepción y enfrentamiento''. *Revista Bimestre Cubana*, 107(32), 10-20.
- Pérez, D.J., Campo, R.O., & Jarma O., A. (2015). Respuesta fisiológica del ñame espino (*Dioscorea Rotundata* Poir). a las densidades de siembra. *Rev. Cienc. Agr.*, 32(2), 104 - 112. <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.153202.18>
- Ramos, V.A., Bustamante, S.L., Rincón, J., Rojas, M.A., Raz, L., & Buitrago, G. (2015). Identificación, establecimiento *in vitro* y análisis fitoquímico preliminar de especies silvestres de ñame (*Dioscorea spp.*) empleadas con fines medicinales. *Rev. Colomb. Biotecnol.*, 17(1), 9-17. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v17n1.50711>
- Rojas-Meza, J. (2015). Medición de la innovación agropecuaria desde los territorios: una propuesta conceptual y metodológica. *La Calera. Revista Científica*, 15(24), 40-48. <https://doi.org/10.5377/calera.v15i24.2937>
- Sánchez, Y. (2018). *Respuesta de tubérculos comerciales de ñame (Dioscorea spp.) en el momento de la cosecha y almacenamiento postcosecha*. (Trabajo de Diploma), Universidad de Granma.
- Vallejo, Y., Pérez, T., Del Pozo, E.M., Arozarena, N., & López, A. (2016). La capacitación agraria desde la visión del agricultor, en el municipio Boyeros, La Habana, Cuba. *Cultivos Tropicales*, 37(2), 149-154. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4106.3922>