

# 18

---

## RESPUESTA MORFOAGRONÓMICA DE PLANTAS DE *DIOSCOREA ALATA* L. CLON CABALLO CON DISTINTOS TUTORADOS

MORPHOAGRONOMICAL RESPONSE OF PLANTS OF *DIOSCOREA ALATA* L. CLONE CABALLO WITH DIFFERENT TUTORAD

Misterbino Borges García<sup>1</sup>

E-mail: [misterbinobgarcía@gmail.com](mailto:misterbinobgarcía@gmail.com)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2052-7294>

<sup>1</sup>Universidad de Granma, Cuba

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Borges García, M. (2023). Respuesta morfoagronómica de plantas de *Dioscorea alata* L. clon Caballo con distintos tutorados. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(3), 142-149. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

### RESUMEN

El tutorado del cultivo del ñame constituye una de las buenas prácticas para lograr la sostenibilidad con rendimientos altos y estables. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la respuesta morfoagronómica de las plantas de ñame (*Dioscorea alata* L.) clon Caballo con el uso de distintos tutores. Las plantas fueron obtenidas de fragmentos de tubérculos sanos (125 g) provenientes de plantas *in vitro* cultivadas durante un primer ciclo de cultivo en campo. Se evaluó el efecto de distintos tutores (varas de marabú, cerca viva perimetral y plantas de yuca) en los principales indicadores morfológicos (número de brotes, diámetro del tallo, longitud y ancho de la hoja) de las plantas a uno, cuatro y siete meses, y agronómicos (número y masa fresca de tubérculos por planta) durante el momento de la cosecha a los nueve meses. Los resultados demostraron la mayor repuesta morfoagronómica de las plantas con el uso de tutores muertos de varas de marabú de 2.5 m de longitud y 6 cm de diámetro.

### Palabras clave:

Agricultura sostenible, ñame, tubérculos sanos.

### ABSTRACT

The tutors of the yam crop constitute one of the good agricultural practical to get the sustainability with high and stable yields. In the present research to achieve a good vegetative and agronomical development of the yam plants (*Dioscorea alata* L.) clone Caballo coming from healthy tubers under field conditions with the appropriate use of tutors were carried out. The effect of different tutors was evaluated (marabout sticks, alive perimeter fences and cassava plants) in the main morphological indicators (number of buds, diameter of the stem, longitude and wide of the leaf) of the plants of categorized biotechnological seeds of yam clone Caballo under field conditions at one, four and seven months, and agronomic (number and fresh mass of tubers for plant) during the moment of the crop to the nine months. The obtained results demonstrated the biggest morphoagronomical response in the plants with the use of dead tutors of sticks of marabout of 2.5 m of longitude and 6 cm diameter.

### Keywords:

Sustainable agriculture, yam, healthy tubers

## INTRODUCCIÓN

Las raíces y tubérculos tropicales son alimentos básicos en la dieta de los pobladores de América Latina, Oceanía, África y Asia Oriental. A nivel mundial la producción de raíces y tubérculos se concentra solo en cinco especies (99 %): papa (*Solanum tuberosum*), yuca (*Manihot esculenta*), batata (*Ipomoea batatas*), ñame (*Dioscorea* spp) y la malanga (*Xanthosoma* spp) (Vargas, 2019).

Aunque los recientes avances en la búsqueda de procedimientos rápidos de propagación de ñame, han llevado al uso y promoción de esquejes como una fuente alternativa de material de plantación, el uso de tubérculos sigue siendo el único medio de propagación para millones de pequeños agricultores (Aighewi *et al.*, 2020).

A pesar de los progresos alcanzados en la producción de semilla de ñame (*Dioscorea* spp.) tanto por métodos tradicionales como biotecnológicos, la escasez de material vegetal de plantación con calidad fisiológica y sanitaria continúa limitando la producción a gran escala de este cultivo (Rodríguez *et al.*, 2018).

En Cuba, la producción del ñame tradicionalmente ha constituido una fuente importante de ingresos y empleos en las regiones oriental y central del país. No obstante, su desarrollo extensivo ha estado limitado entre otras causas, por la poca disponibilidad de material vegetal de plantación con adecuada calidad fisiológica y sanitaria, debido fundamentalmente a que los tubérculos que constituyen la parte útil de la planta para la alimentación, también tienen que ser utilizados como material vegetal de plantación (25 a 35 % de los tubérculos producidos deben ser conservados como “semilla”) (Borges *et al.*, 2018).

Uno de los aspectos que ha limitado el éxito del cultivo del ñame para la obtención de un desarrollo vegetativo óptimo y su impacto en los rendimientos agrícolas ha sido el no tutorado o tutorado inadecuado de las plantas en condiciones de campo. Es por ello, que la presente investigación tuvo como propósito evaluar la respuesta morfoagronómica de plantas de ñame (*Dioscorea alata* L.) clon Caballo en condiciones de campo con el uso de diferentes tutores.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el Centro de Estudios de Biotecnología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Granma en cooperación con la Finca El Neem de la CCS Clemente Ramos Guerra perteneciente a la Empresa Agropecuaria Bayamo, provincia Granma, Cuba.

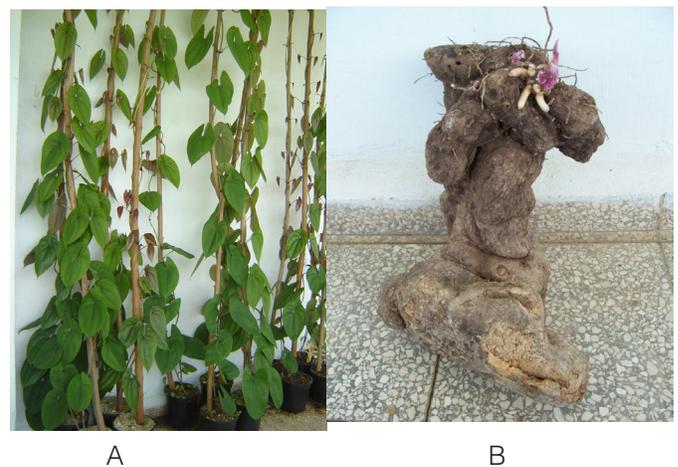
### Material vegetal

Se utilizaron fragmentos de tubérculos sanos de 125 gramos de peso de ñame clon Caballo provenientes de plantas *in vitro* cultivadas durante un primer ciclo de cultivo en campo (ocho meses) en el banco de semilla categorizada del Centro de Estudios de Biotecnología de la Universidad de Granma.

### Características del clon Caballo

Posee hojas acorazonadas-abarquilladas, enteras, paralelinervias, opuestas, verdes. Peciolos con 4 aristas, los puntos de inserción limbo-pecíolo (PILP) y pecíolo-tallo (PIPT), tanto de las jóvenes como de las adultas, son verdes. Los tallos aristados se arrollan en sentido contrario a las manecillas del reloj y son verdes con tintes morados, los rizomas de forma irregular, lisos, castaño oscuro y la masa blanca la parte comercial, mientras que la parte no comercial tiene color amarillo. Produce bulbillos aéreos, puede cultivarse sin tutores y es tolerante a la antracnosis (Figura 1).

**Figura 1.** Características del ñame clon Caballo, planta (A) y tubérculo (B)



El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar con tres tratamientos, cinco replicas por tratamiento, 100 plantas por replica en total 500 plantas por tratamiento. Los tratamientos consistieron en la utilización de tres tipos de tutorado los cuales fueron colocados a los 30 días de cultivo: varas de marabú (*Dichrostachys cinerea* L.) de 2,5 m de longitud y 6 cm de diámetro (tratamiento 1); cerca viva perimetral compuesta por cardona (*Euphorbia láctea*, Haworth) (tratamiento 2), y plantas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) de dos meses de plantación (Tratamiento 3).

Las parcelas estuvieron conformadas por dos hileras de canteros de 50 m de longitud y 1 m de separación entre canteros. Cada parcela tuvo un área total de 50 m<sup>2</sup> y 2,5 m entre parcelas para un área experimental de 260 m<sup>2</sup> por tratamiento y un área total experimental de 520 m<sup>2</sup>.

La plantación se realizó en el mes de marzo en un suelo pardo sialítico carbonatado (Hernández *et al.*, 2015), a una distancia de 1,0 m x 0,5 m en canteros de una altura de 0,4 m a 0,5 m con un plato de 0,15 a 0,20 m, se partió el cantero a una profundidad de unos 0,10 m según el Instructivo Técnico del Cultivo del Ñame (MINAG, 2008).

Quince días antes de la plantación se realizó una primera aplicación de materia orgánica (compost) a razón de 20 t.ha<sup>-1</sup> y a los 90 días se efectuó una segunda aplicación

a razón de 10 t.ha<sup>-1</sup>, para un total de 30 t.ha<sup>-1</sup> como establece el Instructivo Técnico del Cultivo del Ñame (MINAG, 2008).

El riego se realizó por gravedad en correspondencia con el régimen de precipitaciones de la época lluviosa para mantener la humedad del suelo a plena capacidad de campo; esto unido a las demás atenciones culturales y el control fitosanitario se realizaron según el Instructivo Técnico del Cultivo del Ñame (MINAG, 2008).

El cultivo se desarrolló bajo las siguientes condiciones de cultivo: temperatura 33 C°, humedad relativa 60 – 80 % y fotoperiodo de 11 a 12 horas luz.

La cosecha se efectuó de forma manual a los nueve meses (enero) de la plantación. Se realizó una excavación profunda usando pico, coa y pala para evitar daños en los tubérculos cosechados.

### Evaluaciones

De una población total de 5 00 plantas, se tomaron aleatoriamente 100 plantas a las cuales se le calculó a un mes el porcentaje de supervivencia y a uno, cuatro y siete meses en 30 plantas se determinaron los siguientes:

#### Indicadores morfológicos

- Número de brotes
- Diámetro del brote (mm)
- Largo de la hoja (cm)
- Ancho de la hoja (cm)

#### Indicadores agronómicos

Número de tubérculos por planta: Se realizó el conteo del número total de tubérculos por cada planta

Masa fresca de tubérculos por planta (kg): Se determinó la masa fresca total de tubérculos por planta

Se monitoreó sistemáticamente la incidencia de plagas según las instrucciones técnicas del cultivo del ñame (MINAG, 2008).

#### Análisis estadístico

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar con tres tratamientos, cinco replicas por tratamiento, 100 plantas por replica en total 500 plantas por tratamiento

Para comprobar la normalidad de los datos se utilizó la prueba de Kolmogorov – Smirnov y para la homogeneidad de varianzas la prueba de Levene. Se utilizó un análisis de varianza de clasificación doble con prueba de comparación múltiples de medias de Tukey al 5 % de probabilidad del error. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2020).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentó altos porcentajes de supervivencia de las plantas provenientes de fragmentos de tubérculos sanos de tubérculos del clon Caballo en los tres tipos de tutorado, varas de marabú, cerca viva perimetral y plantas de yuca, sin diferencias significativas entre los tratamientos a los 30 días de establecidos en condiciones de campo (Tabla 1). Esto evidencia la factibilidad técnica y agronómica de la plantación del clon Caballo con distintos tutores sobre la supervivencia y vigorosidad de las mismas.

**Tabla 1.** Supervivencia de las plantas de ñame (*D. alata* L.) clon Caballo con distintos tutores a 30 días de cultivo en condiciones de campo

Tratamientos	Supervivencia (%)
Varas de marabú	99
Cerca perimetral viva	100
Plantas de yuca	98
	0,22

Fuente: Elaboración propia

No se presentaron diferencias significativas según la prueba de comparación de proporciones para  $p < 0,05$ . EE, Error estándar

Estos resultados también corroboran los alcanzados por López (2018) durante la plantación de los clones comerciales Belep (*D. alata* L.) y Blanco de Guinea (*Dioscorea cayenensis subsp. Rotundata* Poir), con un establecimiento exitoso en las cercas perimetrales en condiciones de organopónico a pleno sol con un 100 % de supervivencia en la agricultura urbana del municipio Bayamo.

Estos altos valores de supervivencia en los distintos tratamientos son similares a los alcanzados por Sánchez (2020) al evaluar plantas de ñame (*D. alata* L.) clon Caballo plantadas en la agricultura urbana del municipio Jiguaní con el uso de tutores de varas de uvita (*Salpichroa origanifolia*) de 2.5 a 3 m de longitud donde obtuvo 100 % de supervivencia de las plantas a los 30 días de plantadas en condiciones de campo.

#### Indicadores de desarrollo vegetativo

Los indicadores morfológicos no presentaron diferencias significativas para  $p < 0.05$  entre los distintos tratamientos, a pesar que para el tutorado con varas de marabú mostró valores ligeramente mayores (Tabla 2).

Esto evidencia que durante este tiempo las plantas provenientes de fragmentos de tubérculos sanos se están adaptando a las nuevas condiciones ambientales en condiciones de campo y todavía no han expresado un desarrollo vegetativo acelerado y vigoroso.

Resultados semejantes fueron observados por Sánchez (2020) al evaluar la respuesta morfológica de diferentes clones de ñame (Belep, Caraqueño y Criollo) en condiciones de campo de la agricultura urbana en el municipio Jiguaní a partir de fragmentos de tubérculos sanos,

donde al cabo de un mes no se presentó diferencias significativas en el número de brotes, diámetro del tallo, largo y ancho de la planta, lo cual fue atribuido al corto tiempo de establecidas en campo, razón por la cual las plantas estaban en un franco proceso de adaptabilidad a las condiciones ambientales.

**Tabla 2.** Indicadores morfológicos de las plantas de semillas biotecnológicas de ñame (*D. alata* L.) clon Caballo con distintos tutores a 30 días de cultivo en condiciones de campo

Tratamientos	Número de brotes	Diámetro del brote (mm)	Longitud de la hoja (cm)	Ancho de la hoja (cm)
Varas de marabú	1,3	7,3	11,6	8,6
Cerca perimetral viva	1,0	6,6	11,0	8,3
Plantas de yuca	1,0	6,7	10,3	8,0
EE	0,11	0,20	0,28	0,23

Fuente: Elaboración propia

No se presentaron diferencias significativas según la prueba de comparación múltiples de media de Tukey para  $p < 0,05$ . EE, Error estándar

Sin embargo, los indicadores morfológicos de las plantas de ñame (*D. alata* L.) clon Caballo con distintos tutores a cuatro (Tabla 3) y siete (Tabla 4) meses de cultivo en condiciones de campo, mostró los mayores valores significativos ( $p < 0,05$ ) para el tratamiento compuesto por varas de marabú, el cual difiere de los tratamientos formados por la Cerca perimetral viva y las plantas de yuca, estos a su vez no difieren entre sí.

**Tabla 3.** Indicadores morfológicos de las plantas de ñame (*D. alata* L.) clon Caballo con distintos tutores a cuatro meses de cultivo en condiciones de campo

Tratamientos	Número de brotes	Diámetro del brote (mm)	Longitud de la hoja (cm)	Ancho de la hoja (cm)
Varas de marabú	2,5 a	10,3 a	14,7 a	11,8 a
Cerca perimetral viva	1,3 b	7,6 b	11,6 b	9,3 b
Plantas de yuca	1,4 b	7,7 b	11,7 b	9,6 b
EE	0,23	0,47	0,44	0,35

Fuente: Elaboración propia

Medias con letras distintas por columnas difieren significativamente según la prueba de comparación múltiples de media de Tukey para  $p < 0,05$ . EE, Error estándar

Estos resultados son atribuidos a que las varas de marabú es un componente muerto, que no ofrece competencia con el cultivo del ñame y al permitir la posición vertical de la planta, favorece la mejor nutrición, aireación, espacio, humedad y luz a la planta, y por lo tanto, asegura

un mayor desarrollo vegetativo de la misma y en consecuencia una tuberización más efectiva, con rendimientos agrícolas superiores.

Por el contrario, los tutores vivos, compuestos por la cerca perimetral viva y las plantas de yuca (Figura 2), compiten con los distintos factores ambientales con las plantas de ñame, lo que incide de manera desfavorable en el desarrollo vegetativo de las mismas y sus rendimientos agronómicos.

**Tabla 4.** Indicadores morfológicos de las plantas de ñame (*D. alata* L.) clon Caballo con distintos tutores a siete meses de cultivo en condiciones de campo

Tratamientos	Numero de brotes	Diámetro del brote (mm)	Longitud de la hoja (cm)	Ancho de la hoja (cm)
Varas de marabú	4,0 a	13,0 a	15,6 a	12,3 a
Cerca perimetral viva	2,0 b	8,3 b	13,0 b	9,6 b
Plantas de yuca	2,0 b	8,4 b	13,3 b	10,0 b
EE	0,37	0,82	0,52	0,44

Fuente: Elaboración propia

Medias con letras distintas por columnas difieren significativamente según la prueba de comparación múltiples de media de Tukey para  $p < 0,05$ . EE, Error estándar

En este sentido Jiménez y Hernández (2012) señalaron que el tutorado es una práctica que permite orientar el crecimiento de la planta de ñame en forma vertical, con el propósito de que el follaje disponga de luz, ventilación, espacio y exprese todo su potencial de producción. La misma debe realizarse para evitar el contacto entre la planta y el suelo, reduciendo los daños por patógenos.

**Figura 2.** Desarrollo vegetativo de las plantas de ñame (*D. alata* L.) clon Caballo tutorados en varas de marabú (A), cerca perimetral viva (B) y plantas de yuca (C) en condiciones de campo a los siete meses de cultivo



A

B

C

Estos autores también plantearon que el tutorado se puede realizar utilizando diferentes métodos, como el tutorado con maíz (*Zea Mays*) o varas. Se utilizan varas de 3 m de largo separadas cada 3 m sujetando la planta de ñame mediante hilos de nylon. Otro, es el tutorado

con malla plástica; en este sistema es importante dejar una separación vertical entre la malla y el suelo de 12 pulgadas.

El tutorado facilita la realización de labores como el control de malezas y la fertilización. Se debe realizar a más tardar a los 45 días, cuando la planta tenga de tres a cinco hojas y el tallo o bejuco, con suficiente vigor para subir por el tutor, independiente del método.

A pesar que los mejores resultados correspondieron a los tutores muertos, es necesario continuar investigaciones con la utilización de otros tutores vivos que ofrezcan mayor sostenibilidad al agroecosistema y a la producción sostenible del cultivo del ñame.

El uso de soportes vivos se ha favorecido por la necesidad de utilizar prácticas agrícolas sostenibles y la escasez de madera para tutores muertos, aspecto que ha constituido uno de los principales inconvenientes para la extensión en gran escala del cultivo, provocando un decrecimiento de la producción e incremento en los costos.

En esta investigación se demostró la importancia del uso adecuado de tutores para lograr el desarrollo vegetativo óptimo del cultivo, principalmente el tutorado con varas de marabú muertas que no ofrece competencia con la planta y al mismo tiempo permite la orientación correcta de la planta para aprovechar la luz solar natural.

También la utilización de tutores evita que las partes vegetativas de la planta en crecimiento rápido con tejido muy tierno del meristemo apical se ponga en contacto directo con el suelo que posee una alta temperatura debido a la intensidad de la luz solar directa, y provoque daños de quemaduras y necrosis del tejido y un retardo de dos a tres meses del desarrollo del cultivo y su consecuente impacto en el decrecimiento de los rendimientos del cultivo.

En este sentido Luna *et al.* (2018) señalaron que la utilización de tutores en el cultivo de ñame es un sistema de orientación de la planta ecológicamente viable que permite mejorar la interceptación de luz. Estos autores destacan que el cultivo de ñame sin tutor promueve el contacto del meristemo apical o la región meristemática de crecimiento con el suelo provocando quemaduras, esta condición afecta el desarrollo de la planta y consecuentemente la formación de los tubérculos.

El contacto de la región meristemática con el suelo caliente a altas temperaturas de 40 a 50 °C afecta el complejo nodal primario y posteriormente el desarrollo del producto final, el tubérculo. Con relación a ello Vargas (2019) planteó que la vascularización del meristema es conocido como el complejo nodal primario. Este construye el órgano de crecimiento vegetativo renovado del cual se originan los tallos, las raíces y rizomas, a su vez se convertirá en la cabeza del tubérculo a cosechar.

### *Incidencia de plagas y enfermedades*

La evaluación de plagas y enfermedades en las plantas provenientes de tubérculos sanos demostró una baja incidencia de solo el 1 % de las plantas afectadas (datos no

mostrados) al cabo de los siete meses en el mes de octubre con el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (Figura 3). Esto estuvo asociado a las intensas lluvias, alta humedad del suelo y el ambiente de cultivo, lo que favoreció el desarrollo de este microorganismo durante esta época del año.

**Figura 3.** Figura 2. Plantas de ñame (*D. alata* L.) clon Caballo con manchas necróticas en las hojas, defoliación y necrosis del tallo provocadas por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* a los siete meses



Los microorganismos asociados a la antracnosis durante el presente estudio, también han sido informados por Chávez (2017) y Vargas (2019) en otros clones de ñame. Según Pinzón (2014) identificó géneros de *Colletotrichum* sp, *Fusarium* sp, *Curvularia* sp, *Phomopsis* sp y *Pestalotia* sp a partir de hojas de ñame con diferentes afecciones relacionadas con la antracnosis, asociando esta enfermedad al género *Colletotrichum* sp, ya que de los 41 aislamientos realizados 72 % pertenecían a este género. Determinó como agente causal de antracnosis foliar en ñame a *C. gloeosporioides* y de la pudrición del rizoma al patógeno *F. oxysporum*.

### *Indicadores agronómicos*

Los indicadores agronómicos de las plantas del clon Caballo durante el momento de la cosecha a los nueve meses (Tabla 5). La utilización de distintos tutores evidenció los mayores valores significativos ( $p < 0,05$ ) en el tratamiento compuesto por varas de marabú, el cual difiere de los tratamientos formados por la Cerca perimetral viva y las plantas de yuca, estos a su vez no difieren entre sí. Estos resultados son semejantes a los obtenidos para los indicadores morfológicos a los cuatro y siete meses,

lo que indica que en la medida que el desarrollo vegetativo del follaje de la planta es mayor, la conversión de sustancias nutritivas de reservas y su acumulación es los tubérculos es superior.

**Tabla 5.** Indicadores agronómicos de las plantas de ñame (*D. alata* L.) clon Caballo con distintos tutores durante el momento de la cosecha en condiciones de campo

Tratamientos	Número de tubérculos por planta	Masa fresca de tubérculos por planta (kg)
Varas de marabú	1,8 a	4,0 a
Cerca perimetral viva	1,3 b	2,3 b
Plantas de yuca	1,2 b	2,4 b
EE	0,40	0,81

**Fuente:** Elaboración propia

Medias con letras distintas por columnas difieren significativamente según la prueba de comparación múltiples de media de Tukey para  $p < 0,05$ . EE, Error estándar.

Los valores del número de tubérculos por planta (1,2 a 1,8) son inferiores a los obtenidos por López (2018) al evaluar en condiciones de cercas perimetrales en orgánicas plantas de ñame *D. alata* L. clon Belep (2,80). Sin embargo, los valores de masa fresca de tubérculos por planta (2, 4 a 4) son similares a los alcanzados por este autor para el clon Belep (2,6 a 3,5).

Los rendimientos alcanzados en la presente investigación en función de la masa fresca de tubérculos por plantas del clon Caballo son considerados como buenos y normales, lo que concuerda con los resultados de rendimiento informados por Degras *et al.*, (1986) a partir de semilla tradicional para *D. alata* L. en condiciones de campo los cuales señalan que el rendimiento potencial de esta especie es superior a 5 kg/planta (6 a 8 Kg/planta), los buenos rendimientos están en el orden de 4 kg/planta y los normales entre 1.5 a 2.5 kg/planta.

Danquaq *et al.*, (2014) quienes hallaron que en *D. rotundata* cv Dente, la respuesta de los rendimientos en dos zonas agroclimáticas de Ghana bajo diferentes tipos de soportes (soporte vivo/ planta y espalderas/surco) afectaron de manera significativa la biomasa foliar fresca y los rendimientos de los tubérculos. El uso de este tipo de sistemas de tutores en Ghana permitió reducir la deforestación de los árboles, los cuales eran utilizados para obtener estacas que dieran soportes al ñame.

La utilización de espalderas en el cultivo de ñame es un sistema de orientación de la planta ecológicamente viable que permite mejorar la interceptación de luz. La realización de esta investigación demostró que la utilización de espalderas puede reemplazar el sistema tradicional de tutores/planta ya que se obtienen rendimientos similares, lo cual genera beneficios a los agricultores al disminuir mano de obra e insumos para el establecimiento

del cultivo, además contribuye con la protección de los recursos vegetales.

Por otra parte, Sosa (2019) al evaluar el uso de diferentes tutores durante la implementación de un sistema de producción de ñame (*D. alata* L.) en el municipio Puerto Libertador, Córdoba, Colombia, concluyó que el mejor tratamiento fue el tutorado con espaldera en comparación de los otros tratamientos, ya que obtuvo mejor resultado en la variable de producción por planta, que al final es lo importante del establecimiento de un proyecto agrícola, que brinde rentabilidad. La utilización de tutorado con espaldera ofrece un mejor beneficio económico, debido a que ofrece mejores resultados de rentabilidad, además disminuye la incidencia por enfermedades fúngicas, por tanto, hay una disminución de la humedad y las plantas no quedan en contacto con la superficie del suelo evitando infección por hongos.

Los sistemas de soporte, espalderas o tutorado, para la planta de ñame espinoso constituyen una práctica de manejo que debe ser implementada por los agricultores, debido a que evita quemazón del tallo y guías de la planta al estar en contacto directo con el suelo, facilita las labores de control de malas hierbas, mejoran la captura de luz de la planta y por ende las tasas de fotosíntesis y el rendimiento de los tubérculos (Wunbei *et al.*, 2019).

Es importante resaltar que en la presente investigación el hecho de partir de fragmentos de tubérculos sanos obtenidos de plantas provenientes del cultivo *in vitro* durante un primer ciclo de cultivo en campo, asegura el rejuvenecimiento y saneamiento del material vegetal y su extensión rápida en la práctica agrícola convencional.

En este aspecto, varios autores han señalado el papel de las técnicas de cultivo de tejidos sobre el rejuvenecimiento del material vegetal. Yeung (2005), planteó que el rejuvenecimiento *in vitro* se produce al perder el tejido la señal que poseía de la planta de origen. Borges *et al.*, (2018) consideraron que el mayor vigor de las plantas procedentes de métodos biotecnológicos puede estar dado por el rejuvenecimiento fisiológico, el no antagonismo con la macro y el microbiota que afecta a la planta en su hábitat natural y el saneamiento que se obtiene a través del cultivo de tejidos, por lo cual se hace difícil separar las tres causas.

En Cuba dentro del plan de Soberanía Alimentaria y Educación Nutricional se potencia el desarrollo de la producción y diversificación sostenible del cultivo del ñame principalmente a nivel de la agricultura familiar. En este sentido Martínez *et al.*, (2021) señalaron que la producción de ñame atiende a la iniciativa de seguridad alimentaria, genera alimentos para autoconsumo e ingresos para la compra de los bienes que requieren las familias. Las labores del cultivo en su gran mayoría se realizan de forma manual con el uso de mano de obra familiar, lo que hace que el valor monetario del costo baje o por lo menos se constituya en un costo implícito que permite la dinámica y continuidad del sistema de producción.

## CONCLUSIONES

La mayor respuesta morfológica y agronómica de las plantas de ñame (*D. alata* L.) clon Caballo en condiciones de campo a partir de los cuatro meses de cultivo y durante el momento de la cosecha respectivamente se logra con el uso de tutores muertos de varas de marabú de 2,5 m de longitud y 6 cm de diámetro.

## RECOMENDACIONES

Implementar el uso de tutores de varas de marabú en plantas de ñame (*D. alata* L.) clon Caballo y extender a otros clones de ñame de interés agrícola y comercial.

Evaluar otros tutores vivos que ofrezcan mayor sostenibilidad al agroecosistema productivo del cultivo del ñame (Maíz, Quimbombó, Canavalia).

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la cooperación internacional brindada por el Team project Flemish Interuniversity Council (VLIR-UOS); University Gent, Belgium “*Biotecnología in vitro de plantas para el incremento de la seguridad alimentaria en la región oriental de Cuba*” en especial al Prof. Dr. Stefaan Werbrouck, director Lab. Applied In Vitro Plant Biotechnology y al proyecto de desarrollo local *Impacto de la biotecnología en la producción sostenible del cultivo de ñame a nivel local en el municipio Bayamo*, Granma, Cuba.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aighewi, B.A., Maroya, N.G, Asiedu, R., Aihebor, D., Balogun, M. & Mignouna, D. (2020). Seed yam production from whole tubers versus minisetts. *Journal of Crop Improvement*, DOI: 10.1080/15427528.2020. 1779157. Université de Provence, Aix – Marseille 1, 97 pp.
- Borges M., Reyes D, Leyva H., Ávila, U. & Lambert, T. (2018). Producción de ñame clon Criollo a partir de bulbillos aéreos. *Agronomía Mesoamericana*, 29 (1): 75-84.
- Luna, L., Morelos, T. & García, J.A. (2018). Efecto de tipo de tutores y densidad de siembra sobre el rendimiento de ñame espino (*Dioscorea rotundata* Poir.). *Revista FAVE - Ciencias Agrarias* 17 (2) : 7-21. CC BY-NC-SA 4.0.
- Chavez, S. (2017). Identificación de patógenos asociados a antracnosis en el cultivo de ñame (*Dioscorea alata* L.) en la región Huetar Norte de Costa Rica. [Tesis Bachillerato. Campus Tecnológico de Costa Rica]. Sede Regional San Carlos.
- Degras, L. (1986). L'igname, techniques agricoles et productions tropicales. Maisonneuve et Larose, Paris, France, 409 pp.

- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, L., Tablada, M. & Robledo, C.W. (2017). Programa InfoStat. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Danquah, E. O. ; Ennin, S.A. ; Lamptey, J. N. & Acheampong, P. P. (2014). Staking Options for Sustainable Yam Production in Ghana. *Sustainable Agriculture Research* 4(1) : 106- 113
- Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D. & Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA, Cuba, 91 p.
- Jiménez, D. & Hernández, R. (2012). Manual técnico cultivo de ñame (*Dioscorea alata* L.). Instituto de Investigación Agropecuarias de Panamá. Departamento de Ediciones y Publicaciones. Panamá, 40 p
- López, N. (2018). Respuesta morfoagronómica de plantas de ñame (*Dioscorea* spp.) procedentes de minisegmentos de tubérculos en condiciones de organopónico. [Tesis en opción al Título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad de Granma. 53 pp.
- Martínez, M.A., Tordecilla, L., Grandett, L.M., Perez, S.P., Regino, S.M. & Luna, L.L. (2021). Caracterización socioeconómica y tecnológica del cultivo de ñame (*Dioscorea* sp.) en la región Caribe colombiana. *Avances en Investigación Agropecuaria* 7, 25(2) : 7-34
- 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). <http://www.bdigital.unal.edu.co/39705/1/1026251587.2014.pdf>.
- Rodríguez ; D., López, J., Bermúdez, I., Montano, N., Rayas, A., Basail, M., Santos, A., Gutiérrez, Y., Medero, V. & Beovides, Y. (2018). Regeneración de plantas de *Dioscorea cayenensis* subsp. *Rotundata* Poir cultivar Blanco de Guinea a partir de embriones somáticos. *Biotecnología Vegetal*, 18 (3) : 175-180.
- Sánchez, L.A. (2020). Respuesta morfoagronómica de plantas de ñame (*Dioscorea alata* L.) procedentes de semilla biotecnológica categorizada de tubérculos sanos en el municipio Jiguaní. [Tesis de Maestría en Biotecnología Agrícola]. Universidad de Granma. 61 pp.
- Wumbei, A., Bawa, J. K. A., Akudugu, M. A., & Spanoghe, P. (2019). Absence of Effects of Herbicides Use on Yam Rots: A Case Study in Wulensi, Ghana. *Agriculture*, 9(5), 95-110. DOI: [10.3390/agriculture9050095](https://doi.org/10.3390/agriculture9050095)

Sosa, M. D. (2019). Implementación de un sistema de producción de ñame (*Dioscorea alata*), en el municipio de Puerto Libertador Córdoba. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria\\_agronomica/144](https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/144).

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]. Tecnológico de Costa Rica. Campus Tecnológico local San Carlos, Costa Rica.