
Efecto de la distancia de siembra sobre el rendimiento y calidad de tubérculos de dos genotipos de ñame espino (*D. rotundata*) en la región Caribe colombiana



Effect of sowing distance on the yield and quality of tubers of two genotypes of hawthorn yam (D. rotundata) in the Colombian Caribbean region

Espitia Montes, Amaury Aroldo

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Centro de investigación Turipaná, Cereté, Córdoba, Colombia.

aespitia@agrosavia.co

 /0000-0002-8057-9483

Romero Ferrer, Jorge Luis

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Centro de investigación Turipaná, Cereté, Córdoba, Colombia.

jromero@agrosavia.co

 /0000-0002-7249-6549

Tamara Morelo, Ricardo Enrique

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Centro de investigación Turipaná, Cereté, Córdoba, Colombia.

rtamara@agrosavia.co

 /0000-0002-7251-1374

Regino Hernández, Sol Mara

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Centro de investigación Turipaná, Cereté, Córdoba, Colombia.

sregino@agrosavia.co

 /0000-0002-9325-7336

García Herazo, Jorge Luis

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Centro de investigación Turipaná, Cereté, Córdoba, Colombia.

jpgarciah@agrosavia.co

 /0000-0003-0152-8299

Resumen: En Colombia se implementan distancias variadas de siembra para el cultivo de ñame, lo que influye en el rendimiento, por lo cual el objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes densidades de siembra para identificar la distancia óptima del ñame espino en los clones 0307 – 49SB, comparado con el ñame Espino sembrado en la región caribe. La investigación se realizó en las localidades: El Carmen de Bolívar, sede Agrosavia y finca “La Esperanza” en el municipio de Tolviejo (Sucre). Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones, con arreglo factorial de 2x5, siendo el factor A dos genotipos de ñame (clon 0307 – 49SB y cultivar Espino) y el Factor B cinco densidades de siembra (10.000, 20.000, 30.000, 40.000 y 50.000 plantas ha⁻¹). Se midieron las variables: área foliar, análisis económico y rendimiento de tubérculos (tipo exportación, mercado local, de segunda, no comerciales, rendimiento total). Los resultados demostraron que a mayor densidad de población, mayor índice de área foliar. Hubo diferencias significativas entre genotipos, el clon 0307-49SB superó al Espino en rendimiento total, exportación y de segunda. En ambos materiales los rendimientos totales y tipo exportación superaron al rendimiento para el mercado local. Los costos unitarios de producción por tonelada de ñame fueron menores en los tratamientos T2 (clon 0307 – 49SB a 20.000 plantas ha⁻¹) y T7 (cultivar Espino 20.000 plantas ha⁻¹) con 681.752 COP y 716.323 COP respectivamente, sumado al precio al momento de la venta donde hay utilidad, lo que resulta en la eficiencia económica de 1,90 para T2 y 1,85 para T7.

Palabras clave: distribución espacial de plantas de ñame, producción, tipos de tubérculos, rentabilidad.

Abstract: In Colombia, many planting distances are implemented for yam cultivation compared to African countries, which influences the yield in the Caribbean region, so the objective was to evaluate different planting densities to identify the optimal distance for hawthorn yam in the clone materials 0307 – 49SB, compared with the yam from the Caribbean region. The research was carried out in two locations: El Carmen de Bolívar headquarters (Agrosavia) and “La Esperanza” farm located in the

Perez Cantero, Shirley Patricia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Centro de investigación Turipaná, Cereté, Córdoba, Colombia.

sperezc@agrosavia.co

 /0000-0001-5260-0321

Revista FAVE
Sección Ciencias
Agrarias

núm. 24, e0038, 2025

Universidad Nacional del Litoral, Argentina

ISSN: 2346-9129

ISSN-E: 2346-9129

Periodicidad: Continua

revistafave@fca.unl.edu.ar

Recepción: 12 septiembre 2024

Aprobación: 03 abril 2025

DOI: <https://doi.org/10.14409/fa.2025.24.e0038>

municipality of Toluviéjo (Sucre). The experimental design used was complete randomized blocks with three repetitions, in a 2x5 factorial arrangement, with factor A being two yam genotypes (clone 0307 – 49SB and Hawthorn cultivar) and Factor B being five population densities (10,000, 20,000, 30,00, 40,000 and 50,000 plants ha⁻¹). The variables were measured: leaf area, economic analysis and tuber yield (export type, commercial for local market, second-hand tubers, non-commercial and total yield). The results demonstrate that: the higher the population density, the higher the leaf area index. There was a significant difference between genotypes, clone 0307-49SB surpassed the commercial Hawthorn in total yield, export and second grade. In both materials, the total and export yields exceeded the yield for the local market. The unit production costs per ton of yam were lower in treatments T2 (clone 0307 – 49SB at 20,000 plants ha⁻¹) and T7 (hawthorn at 20,000 plants ha⁻¹) with 681,752 COP and 716,323 COP respectively, added to the price at the time of the sale where the profit is reflected, resulting in the economic efficiency of 1.90 for T2 and 1.85 for T7.

Keywords: spatial distribution of yam plants, production, types of tubers, profitability.

Introducción

El Ñame pertenece al género *Dioscorea* procedente de África y Asia. Es una planta tropical, monocotiledónea, cuyo órgano de reserva es un tubérculo (Acevedo et al., 2015). Este género engloba especies cultivadas y silvestres de la familia Dioscoreáceas las que son cultivadas actualmente en regiones tropicales, subtropicales y templadas de todo el mundo (Peixoto et al., 2000). El género contiene alrededor de 600 especies (Coursey, 1969), de las cuales seis son económicamente importantes en el trópico: *D. rotundata* (ñame blanco), *D. alata* (ñame de agua), *D. bulbifera* (ñame aéreo), *D. dumenterum* (ñame trifoliado), *D. esculenta* (ñame chino) y *D. cayenensis* (ñame amarillo) (Aliyu & Shelleng, 2019).

El ñame se usa principalmente para consumo humano y sus tubérculos son fuente de carbohidratos, proteínas y aminoácidos. Se consume como verduras hervidas, al horno o fritas, así como en chips, hojuelas y harina (Vashi et al., 2018).

Según cifras de FAOSTAT (2022), el continente africano produjo el 96% de la producción mundial con 86.584.714 t; en Colombia se produjeron 402.358 t, con rendimiento promedio de 11,80 t ha⁻¹, en un área cosechada de 34.098 ha⁻¹. En la costa caribe colombiana los departamentos de mayor producción son Córdoba (con 8345,17 ha sembradas, 106112,64 t de producción y 12,72 t ha⁻¹ de rendimiento); Sucre (con 4.753,75 ha sembradas, 40.652,5 toneladas de producción y 8,55 t ha⁻¹ de rendimiento) y Bolívar (con 5.523 ha sembradas, 64.188 toneladas de producción y 11,62 t ha⁻¹ de rendimiento). En esta región el tamaño promedio de las unidades productivas dedicadas a esta especie es de 1,3 ha variado de 0,10 ha a 10 ha (Agronet, 2023).

La población de plantas o densidad de siembra se define como el número total de plantas presentes en la unidad de área de tierra, mientras que el espaciamiento de plantas es la disposición de las plantas en un área. El rendimiento del cultivo está directamente influenciado por la población de plantas, por lo que es adecuado seguir las pautas de espaciado del cultivo recomendadas. El hacinamiento de los cultivos puede reducir los rendimientos y también puede disminuir la calidad del producto debido a la competencia por luz y nutrientes del suelo (Vashi et al., 2018).

Colombia se ubica dentro de los países con mejores rendimientos de ñame a nivel mundial (13,3 t ha⁻¹). No obstante, los mismos no son representativos debido a la baja densidad de población en que normalmente se siembra (10.000 plantas ha⁻¹); en comparación con países africanos como Nigeria, donde se presentan los mayores rendimientos con densidades de poblaciones por encima de las 33.000 plantas ha⁻¹ (Okpara et al., 2014). Una baja densidad de población promueve la producción de tubérculos deformes y de mayor tamaño, lo cual, se refleja en rechazo de muchos mercados a nivel nacional e internacional, dificultando la comercialización y su rentabilidad (Luna et al., 2018).

Por tal razón, en esta investigación se tuvo como objetivo evaluar diferentes densidades de siembra para identificar la densidad óptima del material de ñame espinoso clon 0307 – 49SB, al compararlo con el ñame espinoso sembrado en la región caribe de Colombia.

Materiales y Métodos

Localización: La investigación se realizó en dos localidades: en el Centro de Investigación de Agrosavia, sede El Carmen de Bolívar, georreferenciada a 9°42'50,29" de latitud Norte y 75°06'27,2" de longitud Oeste, perteneciente al municipio de El Carmen de Bolívar (Bolívar); y en la finca "La Esperanza", georreferenciada en 9°26'14,3" de latitud Norte y 75°27'46,8" de longitud Oeste, en la Vereda "La Esperanza", perteneciente al municipio de Toluviéjo (Sucre). Ambas localidades hacen parte de la subregión de los Montes de María, la cual pertenece a un bosque seco tropical (BS-T), según la clasificación de Holdridge (2000). Se presenta una precipitación anual promedio de 1.100 mm, humedad relativa del 76% y temperatura promedio anual de 27,7 °C (Registros de estación meteorológica del IDEAM).

Diseño experimental: Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones, en un

arreglo factorial de 2x5, siendo el factor A los dos genotipos de ñame (clon 0307 – 49SB y cultivar Espino) y el Factor B, cinco densidades de población. La unidad experimental estuvo constituida por parcelas de cuatro surcos separados a 1 m, por 6 m de longitud, obteniendo un área de 24 m² por parcela. El área experimental efectiva fue de 720 m² y el área total del experimento de 1.276 m². Los tratamientos evaluados se describen a continuación:

- T1: Clon 0307 – 49SB – 10.000 plantas ha⁻¹
- T2: Clon 0307 – 49SB – 20.000 plantas ha⁻¹
- T3: Clon 0307 – 49SB – 30.000 plantas ha⁻¹
- T4: Clon 0307 – 49SB – 40.000 plantas ha⁻¹
- T5: Clon 0307 – 49SB – 50.000 plantas ha⁻¹
- T6: Espino – 10.000 plantas ha⁻¹
- T7: Espino – 20.000 plantas ha⁻¹
- T8: Espino – 30.000 plantas ha⁻¹
- T9: Espino – 40.000 plantas ha⁻¹
- T10: Espino – 50.000 plantas ha⁻¹

Establecimiento: La investigación se desarrolló bajo condiciones de campo durante dos años consecutivos, el primer ciclo de mayo de 2019 a enero de 2020, y el segundo ciclo de mayo de 2020 a enero de 2021. En relación a las características físicoquímicas del suelo, en ambas localidades (El Carmen de Bolívar y Toluviéjo), los suelos presentan una textura franco arcillosa, pero difieren en varios parámetros químicos. El pH fue más alcalino en El Carmen de Bolívar (7,93) que en Toluviéjo (6,78). De manera similar, la conductividad eléctrica (CE) fue mayor en El Carmen de Bolívar (0,95 dS m⁻¹ frente a 0,21 dS m⁻¹). La materia orgánica (MO) mostró valores similares en ambas zonas, con 2,37 y 2,92 g 100 g⁻¹, respectivamente. El fósforo disponible (P) destacó en El Carmen de Bolívar con un valor de 105,39 mg kg⁻¹, mientras que en Toluviéjo se registró un valor negativo (-3,87 mg kg⁻¹). En cuanto a los cationes, Toluviéjo presentó una mayor capacidad de intercambio catiónico (CICE, 53,47 cmol (+) kg⁻¹), así como niveles más elevados de calcio (48,03 cmol (+) kg⁻¹) y magnesio (4,99 cmol (+) kg⁻¹). Por su parte, El Carmen de Bolívar registró concentraciones más altas de potasio (0,90 cmol (+) kg⁻¹ frente a 0,27 cmol (+) kg⁻¹) y sodio (0,26 cmol (+) kg⁻¹ frente a 0,18 cmol (+) kg⁻¹).

El terreno se mecanizó, con un pase de arada, dos rastrilladas y caballoneo. Los materiales de siembra fueron secciones del tubérculo (base, centro y apical) (Akubuo, 2002), con un peso medio entre 100 y 200 gramos, provenientes de tubérculos maduros de los materiales de ñame clon 0307 – 49SB y Espino. La semilla una vez clasificada, fue desinfectada con una solución de fungicida e insecticida (4% de Metalaxil-M y 64% de Mancozeb), en dosis de 4 g L⁻¹ y Fipronil en dosis de 1 cm³ L⁻¹ de agua, sumergiéndola en la mezcla por un periodo de tiempo de 10 minutos.

La siembra se realizó al inicio de lluvias, de forma manual, realizando un hoyo sobre la cresta del camellón e introduciendo la semilla entre 5 y 10 cm de profundidad. Las semillas se sembraron en las unidades experimentales.

Para el manejo del cultivo se instaló un sistema de tutorado con soporte en espaldera doble (Morelos et al., 2021) y se realizó control integrado de arvenses. De igual forma, se efectuó un manejo preventivo de enfermedades, mediante la rotación de moléculas de fungicidas con acción preventiva y curativa, con el fin de mantener los problemas fitosanitarios por debajo de los umbrales de daño.

Variables de respuesta: Se evaluaron las siguientes variables:

- **Índice de Área Foliar (IAF):** se determinó de manera mensual a partir de los 30 días después de la siembra, utilizando el Ceptómetro (ACCUPAR LP-80).

- **Rendimiento:** para la clasificación de los tubérculos se utilizaron rangos, teniendo en cuenta las dimensiones exigidas por el mercado y la clasificación utilizada por Pérez y Campo (2016). Los tubérculos se clasificaron en: tipo exportación (con peso entre 0,5 y 3 kg, forma regular y totalmente sanos); comerciales para mercado local (que tienen un rango de peso igual a los de tipo exportación pero presentan algún daño mecánico, forma irregular o son tubérculos bien formados y sanos pero su peso es superior a 3 kg); tubérculos de segunda cuyas características en peso son menor a 500 gramos, aunque son sanos no clasifican para mercados de consumo, y si para usarse como semilla; no comerciales que corresponden a tubérculos con daños producidos por artrópodos y pudriciones parciales o totales. El rendimiento total correspondió a la suma de las clasificaciones anteriores. Se determinó el peso promedio de tubérculos por cada clasificación y el rendimiento fue expresado en kg h^{-1} .
- **Análisis económico:** A los tratamientos se les realizó un análisis económico, donde se compararon los diferentes tratamientos con relación a los principales indicadores de retorno en la producción de ñame en el Caribe colombiano. Se utilizó la metodología de análisis sugerida por Agreda (1990), mediante la organización en patrones de costos (Quijandria & Ruiz., 1991).

Resultados y Discusión

Índice de Área Foliar (IAF): A 30 días de sembrado el cultivo (dds), se obtuvieron resultados similares para los dos genotipos. A los 60 y 90 dds, los mayores valores de índice de área foliar se mostraron en el clon 0307-49SB. En la tabla 1, se muestra los resultados del análisis de varianza sobre IAF a los 90 dds de los dos materiales: clon 0307 – 49SB y cultivar Espino, bajo diferentes densidades de siembra, presento diferencias significativas ($p < 0.001$) para los efectos principales de localidad y genotipo, así como para la densidad de siembra ($p = 0.0046$). Esto indica que tanto las condiciones ambientales asociadas a la localidad como las características genéticas de los materiales evaluados influyen significativamente en el desarrollo del IAF. Sin embargo, no se detectaron efectos significativos en las interacciones entre los factores evaluados ($p > 0.05$), lo que sugiere que la respuesta del IAF a los diferentes genotipos y densidades de siembra es consistente entre localidades. Por otro lado, la densidad de 10.000 plantas ha^{-1} en ambos cultivares evaluados, presentó el menor IAF, parámetro que aumentó a medida que se incrementó la densidad de siembra. Estos resultados coinciden con los encontrados por Pérez & Campo (2016) en Montería (Colombia), quienes observaron que, a mayor densidad de siembra de ñame, el índice de área foliar es mayor, especialmente en el periodo de tuberización.

TABLA 1 / TABLE 1

Tabla 1. Análisis de varianza para la variable índice de área foliar (IAF) a los 90 días después de siembra en dos materiales de ñame (clon 0307 – 49SB y cultivar Espino), bajo diferentes densidades de siembra. / *Table 1. Analysis of variance for the leaf area index (LAI) variable at 90 days after planting in two yam materials (clone 0307 – 49SB and cultivar Espino) under different planting densities.*

Factor de variación	IAF90DDS
Localidad	0,0001***
Genotipos	0,0001***
Densidades	0.0046***
Localidad x Genotipo	0.8051 ns
Localidad x Densidad	0.6063 ns
Genotipo x Densidad	0.7980 ns
Loc x Gen x Den	0.2245 ns

ns: no significativo; *** altamente significativo al 0.001

Rendimiento: En las Tablas 2 y 3 se muestran los resultados del análisis de varianza sobre el rendimiento de los dos materiales: clon 0307 – 49SB y el cultivar Espino, correspondientes al año 1: (2019-2020) y al año 2: (2020-2021), sometidos a diferentes densidades de siembra. El análisis de varianza no mostró interacción entre los factores (Localidad x densidad x genotipo) para las variables: rendimiento total, rendimiento tipo exportación, rendimiento de segunda, longitud y diámetro de tubérculo, tanto para el año 1 y 2, a excepción del rendimiento de mercado local en el año 2, donde se presentaron diferencias significativas (Tabla 2 y 3).

Para el año 1, solo se presentó interacción entre localidad x genotipo para la longitud de tubérculo, en tanto que para el año 2, se presentó para rendimiento total y rendimiento tipo exportación. La interacción localidad x densidad, solo se presentó en el año 2, para las variables rendimiento total, rendimiento tipo exportación, rendimiento de segunda y diámetro de tubérculo. La interacción genotipo x densidad solo se presentó en el año 1 para la variable mercado local (Tabla 2 y 3).

TABLA 2 / TABLE 2

Tabla 2. Análisis de varianza para las variables rendimiento, longitud y diámetro de tubérculo en dos materiales de ñame (clon 0307 – 49SB y cultivar Espino), año 1 (2019-2020) bajo diferentes densidades de siembra. / *Table 2. Analysis of variance for yield, tuber length, and tuber diameter in two yam materials (clone 0307 – 49SB and cultivar Espino), year 1 (2019-2020), under different planting densities.*

Factor de variación	RenTotal	Ren Exp	Ren Mer	Ren Seg	Lon Tub	Diám Tub
Localidad	0,0467 *	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001** *	0,5031 ns
Genotipos	0.0004***	0,0030**	0,4381 ns	0,0407*	0,3337 ns	0,4377 ns
Densidades	0,0001***	0,0003***	0,2331 ns	0,0530 ns	0,0612 ns	0,6233 ns
Localidad x Genotipo	0,5833 ns	0,7136 ns	0,6232 ns	0,9372 ns	0,0018**	0,1833 ns
Localidad x Densidad	0,980 ns	0,7380 ns	0,3955 ns	0,7156 ns	0,8186 ns	0,3739 ns
Genotipo x Densidad	0,3581 ns	0,2324 ns	0,0299*	0,2047 ns	0,4908 ns	0,5924 ns
Loc x Gen x Den	0,1278 ns	0,5729 ns	0,1668 ns	0,0726 ns	0,6351 ns	0,5905 ns

ns: no significativo; * significativo al 0.05; ** altamente significativo al 0.01; *** altamente significativo al 0.001

TABLA 3 / TABLE 3

Tabla 3. Análisis de varianza para las variables rendimiento, longitud y diámetro de tubérculo en dos materiales de ñame (clon 0307 – 49SB y cultivar Espino), año 2 (2020-2021) bajo diferentes densidades de siembra. / **Table 3.** Analysis of variance for yield, tuber length, and tuber diameter in two yam materials (clone 0307 – 49SB and cultivar Espino), year 2 (2020-2021), under different planting densities.

Factor de variación	RenTotal	Ren Exp	Ren Mer	Ren Seg	Lon Tub	Diám Tub
Localidad	0,0002**	0,0001***	0,0001***	0,0021**	0,0001***	0,0006***
Genotipos	0,4692 ns	0,8023 ns	0,1894 ns	0,4179 ns	0,4505 ns	0,2502 ns
Densidades	0,0059**	0,0001***	0,5781 ns	0,0404*	0,0094**	0,0017**
Localidad x Genotipo	0,0413*	0,0055**	0,1260 ns	0,2322 ns	0,6768 ns	0,5493 ns
Localidad x Densidad	0,0065**	0,0087**	0,5762 ns	0,0001***	0,2177 ns	0,0430*
Genotipo x Densidad	0,4280 ns	0,7836 ns	0,1690 ns	0,0711 ns	0,8437 ns	0,4442 ns
Loc x Gen x Den	0,5018 ns	0,7593 ns	0,0229*	0,1966 ns	0,9493 ns	0,8162 ns

ns: no significativo; * significativo al 0.05; ** altamente significativo al 0.01; *** altamente significativo al 0.001

Para los factores individuales, se observó que, para las localidades, se presentaron diferencias estadísticas en las variables en los dos años evaluados, a excepción del diámetro de tubérculo en el año 1. Para los genotipos, solo se presentaron diferencias altamente significativas en el año 1, para las variables rendimiento total y rendimiento tipo exportación y diferencias significativas para rendimiento de segunda. En el factor de densidad hubo una variación en comportamiento entre los dos años: en el primer año solo se presentaron diferencias altamente significativas para las variables rendimiento total y rendimiento tipo exportación, en tanto que en el año 2, se presentaron diferencias altamente significativas para todas las variables, excepto rendimiento de segunda que fue significativa y rendimiento de mercado que no presentó diferencias (Tabla 2 y 3).

La tabla 4, muestra que para el año 1, el clon 0307 – 49SB presentó el mejor comportamiento en rendimiento total (12,48 t ha⁻¹) y rendimiento de tubérculos exportación (7,08 t ha⁻¹) en comparación con el material Espino que obtuvo un rendimiento total de 9,53 t ha⁻¹ y rendimiento exportación de 5,26 t ha⁻¹. Asimismo, para el segundo año se mantuvo la tendencia en comportamiento en relación a los dos materiales, donde el clon 0307 – 49SB obtuvo 20,32 t ha⁻¹ en rendimiento total y 9,31 t ha⁻¹ de rendimiento tipo exportación, en comparación con el espino que alcanzó 19,44 t ha⁻¹ y 9,16 t ha⁻¹, respectivamente. En este sentido, se observa que los mejores rendimientos totales se presentaron con densidades de 50 y 40 mil plantas ha⁻¹ con 13,31 t ha⁻¹ y 12,05 t ha⁻¹ respectivamente; mientras que las densidades 30, 50 y 20 mil plantas ha⁻¹ obtuvieron mayores rendimientos de tubérculos con categoría exportación con 7,57 t ha⁻¹; 7,49 t ha⁻¹ y 6,40 t ha⁻¹ respectivamente. Estos resultados van acordes con lo reportado por Pérez y Campo (2016), quienes evaluaron densidades en ñame espino cv. Brasileiro (10.101; 22.727; 30.303 y 45.454 plantas ha⁻¹) y determinaron que la producción de tubérculos tipo exportación se incrementó con el aumento de la densidad de población, alcanzando el máximo rendimiento con 30.303 plantas. ha⁻¹, superando al testigo en 197,75%. Por su parte, Okpara et al. (2014) plantean que incrementos sustanciales en densidades de siembra generan mayor competencia entre las plantas de ñame espino por los recursos, exigiéndoles mayor habilidad en el uso de los recursos ambientales agua, radiación solar, CO₂ y los nutrientes del suelo. La manipulación de las densidades de siembra es un mecanismo de manejo agronómico para conseguir tubérculos de forma regular y tamaños comprendidos en el rango de los exigidos para exportación.

Los resultados de esta investigación están acordes con lo encontrado para *Dioscorea rotundata* por Opkara et al. (2014), quienes evaluaron cinco densidades de siembra (33.333; 40.000; 50.000; 66.666 y 100.000 plantas ha⁻¹) en la temporada 2013-2014 en el cultivar de ñame espino y reportaron que el rendimiento de los tubérculos aumento con las poblaciones más altas (66.666 y 100.000 plantas ha⁻¹). Resultados similares a los obtenidos en esta investigación han sido reportados por Rodríguez *et al.* (2001) para *Dioscorea alata* accesión 6.322, quienes encontraron rendimientos de 27 t ha⁻¹ con una densidad de 22.500 plantas ha⁻¹, logrando obtener 21.000 tubérculos comerciales ha⁻¹.

TABLA 4 / TABLE 4

Tabla 4. Comparación de medias de Tukey para las variables rendimiento total (RenTotal), rendimiento tipo exportación (RenExp), mercado local (RenMercNac), rendimiento de segunda (RenSeg), longitud (LonTub) y diámetro de tubérculo (DiámTub) en dos materiales de ñame (clon 0307 – 49SB y cultivar Espino) durante el año 1 (2019-2020) bajo diferentes densidades de siembra. / **Table 4.** Tukey's mean comparison for total yield (RenTotal), export-grade yield (RenExp), local market yield (RenMercNac), second-grade yield (RenSeg), tuber length (LonTub), and tuber diameter (DiámTub) in two yam materials (clone 0307 – 49SB and cultivar Espino) during year 1 (2019-2020) under different planting densities.

Factor de variación	RenTotal (t ha ⁻¹)	Ren Exp (t ha ⁻¹)	Ren Mer Nac (t ha ⁻¹)	Ren Seg (t ha ⁻¹)	Lon Tub (cm)	Diám Tubé (cm)
Localidad						
Carmen	11,74 a	4,50 a	3,42 a	3,82 a	27,17 a	7,50 a
Toluviéjo	10,27 a	7,84 a	0,66 a	1,76 b	18,40 b	7,09 a
Genotipo						
Espino	9,53 b	5,26 b	1,92 a	2,34 b	22,41 a	7,06 a
clon 0307 – 49SB	12,48 a	7,08 a	2,16 a	3,24 a	23,15 a	7,54 a
Densidad						
10.000 pl/ha	6,72 b	3,18 b	1,37 a	2,16 a	24,77 a	7,28 a
20.000 pl/ha	10,97 ab	6,40 ab	2,14 a	2,43 a	23,65 a	7,37 a
30.000 pl/ha	11,99 a	7,57 a	2,24 a	1,19 a	21,82 a	6,83 a
40.000 pl/ha	12,05 a	6,23 ab	2,51 a	3,31 a	22,11 a	8,18 a
50.000 pl/ha	13,31 a	7,49 a	1,95 a	3,67 a	21,56 a	6,84 a
Localidad x Genotipo						
Carmen x Espino	10,46	3,69	3,37	3,39	28,13	7,27
Carmen x clon 0307 – 49SB	13,02	5,30	3,46	4,25	26,19	6,91
Toluviéjo x Espino	8,60	6,84	0,46	1,31	16,68	6,85
Toluviéjo x clon 0307 – 49SB	11,94	8,86	0,86	2,22	20,11	8,15
Localidad x Densidad						
Carmen x 10.000	7,75	2,07	2,25	3,48	28,51	7,38
Carmen x 20.000	11,91	4,80	3,66	3,45	28,67	7,53
Carmen x 30.000	12,68	6,02	3,99	2,66	26,33	6,87
Carmen x 40.000	12,51	3,96	4,05	4,51	26,08	6,70
Carmen x 50.000	13,85	5,65	3,19	5,01	26,23	6,99
Toluviéjo x 10.000	5,68	4,30	0,54	0,85	21,01	7,18
Toluviéjo x 20.000	10,35	7,99	0,62	1,42	18,62	7,21
Toluviéjo x 30.000	11,31	9,11	0,47	1,72	17,31	6,80
Toluviéjo x 40.000	11,58	8,51	0,96	2,11	18,15	9,65
Toluviéjo x 50.000	12,77	9,33	0,72	2,73	16,90	6,69
Genotipo x Densidad						
Espino x 10.000	5,84	3,22	0,90	1,71	23,15	7,22
Espino x 20.000	8,49	5,30	1,14	2,05	23,43	7,29
Espino x 30.000	11,57	6,75	2,21	2,61	21,24	6,86
Espino x 40.000	10,04	4,23	3,10	2,72	22,51	6,94
Espino x 50.000	11,74	6,82	2,26	2,66	21,74	7,00
clon 0307 – 49SB x 10.000	7,60	3,14	1,84	2,61	26,38	7,34
clon 0307 – 49SB x 20.000	13,46	7,50	3,14	2,82	23,87	7,44
clon 0307 – 49SB x 30.000	12,42	8,38	2,27	1,78	22,41	6,80
clon 0307 – 49SB x 40.000	14,07	8,24	1,92	3,91	21,72	9,42
clon 0307 – 49SB x 50.000	14,87	8,15	1,65	5,07	21,39	6,69

Localidad x Genotipos x Densidad						
Carmen x Espino x 10.000	7,19	2,64	1,80	2,75	28,18	7,43
Carmen x Espino x 20.000	9,25	4,19	1,94	3,12	29,27	7,65
Carmen x Espino x 30.000	13,84	5,42	4,32	4,10	27,49	7,13
Carmen x Espino x 40.000	11,14	1,97	5,02	4,15	27,09	6,89
Carmen x Espino x 50.000	10,87	4,23	3,78	2,85	28,67	7,25
Carmen x clon 0307 – 49SB x 10.000	8,32	1,50	2,61	4,20	28,86	7,32
Carmen x clon 0307 – 49SB x 20.000	14,57	5,41	5,38	3,78	28,07	7,41
Carmen x clon 0307 – 49SB x 30.000	11,51	6,61	3,67	1,22	25,19	6,60
Carmen x clon 0307 – 49SB x 40.000	13,90	5,95	3,07	4,87	25,07	6,52
Carmen x clon 0307 – 49SB x 50.000	16,86	7,07	2,59	7,16	23,78	6,75
Toluviéjo x Espino x 10.000	4,48	3,81	0,00	0,67	18,13	6,99
Toluviéjo x Espino x 20.000	7,72	6,40	0,34	0,97	17,58	6,94
Toluviéjo x Espino x 30.000	9,29	8,08	0,09	1,12	14,99	6,59
Toluviéjo x Espino x 40.000	8,93	6,48	0,90	1,20	17,92	6,99
Toluviéjo x Espino x 50.000	12,61	9,41	0,38	2,47	14,80	6,75
Tulu viejo x clon 0307 – 49SB x 10.000	6,87	4,78	0,46	1,02	23,89	7,36
Tolu viejo x clon 0307 – 49SB x 20.000	12,35	9,59	0,52	1,86	19,67	7,48
Toluviéjo x clon 0307 – 49SB x 30.000	13,33	10,15	0,84	2,33	19,63	7,03
Toluviéjo x clon 0307 – 49SB x 40.000	14,24	10,53	1,32	2,94	18,38	12,31
Toluviéjo x clon 0307 – 49SB x 50.000	12,92	9,24	0,67	2,98	19,00	6,63
CV (%)	24,36	33,81	58,41	56,21	12,73	31,85
R2	0,89	0,90	0,91	0,79	0,91	0,64

Letras minúsculas iguales indican que no hay diferencia estadística

Por otro lado, las variables longitud y diámetro del tubérculo hacen parte de las características que determinan el tamaño de los tubérculos, el cual está relacionado con el peso de los mismos al llegar a su madurez fisiológica. Es así que en el año 2 de la investigación (Tabla 5), tubérculos con la densidad de 10.000 plantas ha⁻¹ presentaron promedios de longitud de 26,44 cm y diámetro de 8,64 cm en comparación con la densidad de 50.000 plantas ha⁻¹ que tuvo valores inferiores, obteniendo promedio de longitud de tubérculos de 18,35 cm y diámetro de 5,42 cm, demostrando que a mayor densidad de siembra se llega a producir un incremento en el número de tubérculos por hectárea pero con menor tamaño y diámetro, lo cual, favorece que los tubérculos presenten mejores características exigidas para el mercado tipo exportación y nacional. Estos resultados coinciden con Enesi et al. (2017) quienes informan que una mayor población de hasta 20.000 plantas ha⁻¹ se asocia con un mayor rendimiento de tubérculos y una reducción del tamaño de estos. Asimismo, Danquah *et al.* (2014) reportan incrementos en los rendimientos totales obtenidos en ñame espino en los cultivares Dente y Pona con el aumento de la densidad de siembra (20.833 plantas ha⁻¹), obteniendo una mayor cantidad de tubérculos de reducido tamaño. Por su parte, Cardona (2007) al utilizar *D. rotundata* cv. Guinea Negro obtuvo rendimientos de 50,7 t. ha⁻¹ al emplear la densidad de siembra correspondiente a 28.604 plantas ha⁻¹, que favoreció el aumento de número y rendimiento total de tubérculos, sin presentar deformaciones, con tamaños pequeños y uniformes. Bajo las condiciones adecuadas este tipo de tubérculo facilitaría la cosecha mecánica, lo cual disminuiría costos de producción.

En la interacción localidad por genotipo para el año 2 (Tabla 5), para la variable rendimiento total sobresalió la localidad El Carmen con el material Espino con 23,40 t ha⁻¹, seguido por clon 0307 – 49SB con 21,68 t ha⁻¹; mientras que, para la localidad de Toluviéjo el clon 0307 – 49SB obtuvo un rendimiento total de 18,96 t ha⁻¹, superando al Espino con rendimiento de 15,47 t ha⁻¹. En este caso, la localidad del Carmen presentó siempre los mejores rendimientos para los dos genotipos, mientras que para la variable rendimiento de tubérculos con características para exportación, los mayores valores se dieron en la localidad de Toluviéjo tanto para clon 0307 – 49SB como para Espino, con 12,31 t ha⁻¹ y 10,30 t ha⁻¹, respectivamente. Estos resultados son similares a los obtenidos por Luna et al. (2018) quienes reportaron rendimientos de ñame espino cv. Brasileiro con incrementos en 9,64% por la utilización de altas densidades de siembra (20.000 plantas ha⁻¹) comparados con el testigo (10.000 plantas ha⁻¹).

TABLA 5 / TABLE 5

Tabla 5. Comparación de medias de Tukey para las variables rendimiento total, rendimiento tipo exportación, rendimiento mercado local, rendimiento de segunda, longitud y diámetro de tubérculo en dos materiales de ñame (clon 0307 – 49SB y cultivar Espino) año 2 (2020-2021) bajo diferentes densidades de siembra. / *Table 5. Tukey's mean comparison for total yield, export-grade yield, local market yield, second-grade yield, tuber length, and tuber diameter in two yam materials (clone 0307 – 49SB and cultivar Espino), year 2 (2020-2021), under different planting densities.*

Factor de variación	RenTotal (t ha ⁻¹)	Ren Exp (t ha ⁻¹)	Ren Mer Nac (t ha ⁻¹)	Ren Seg (t ha ⁻¹)	Lon Tub (cm)	Diám Tub (cm)
Localidad						
Carmen	22,54 a	7,16 b	10,36 a	5,03 a	26,20 a	7,72 a
Toluvejo	17,22 b	11,30 a	2,38 b	3,53 a	17,41 b	5,81 b
Genotipo						
Espino	19,44 a	9,16 a	5,83 a	4,45 a	22,38 a	7,04 a
clon 0307 – 49SB	20,32 a	9,31 a	6,91 a	4,10 a	21,24 a	6,48 a
Densidad						
10.000 pl/ha	15,48 b	4,31 b	6,63 a	4,54 ab	26,44 a	8,64 a
20.000 pl/ha	20,26 ab	10,35 a	6,07 a	3,84 ab	24,55 ab	7,63 ab
30.000 pl/ha	18,81 ab	10,32 a	5,18 a	3,31 b	20,54 bc	6,22 bc
40.000 pl/ha	23,42 a	12,25 a	7,00 a	4,17 ab	19,16 c	5,90 bc
50.000 pl/ha	21,43 a	8,94 a	6,96 a	5,53 a	18,35 c	5,42 c
Localidad x Genotipo						
Carmen x Espino	23,40	8,01	10,45	4,94	27,09	7,85
Carmen x clon 0307 – 49SB	21,68	6,31	10,26	5,11	25,32	7,58
Toluvejo x Espino	15,47	10,30	1,21	3,97	17,67	6,23
Toluvejo x clon 0307 – 49SB	18,96	12,31	3,56	3,09	17,15	5,38
Localidad x Densidad						
Carmen x 10.000	22,66	2,96	11,47	8,22	28,65	8,43
Carmen x 20.000	22,38	6,81	10,59	4,95	26,99	7,83
Carmen x 30.000	22,53	10,23	9,18	3,11	26,35	7,61
Carmen x 40.000	24,10	10,18	9,87	4,05	23,64	7,33
Carmen x 50.000	21,07	5,62	10,66	4,78	25,37	7,38
Toluvejo x 10.000	8,30	5,67	1,79	0,85	24,21	8,84
Toluvejo x 20.000	18,15	13,88	15,52	2,72	22,09	7,43
Toluvejo x 30.000	15,09	10,39	1,18	3,51	14,73	4,82
Toluvejo x 40.000	22,74	14,32	4,13	4,28	14,67	4,48
Toluvejo x 50.000	21,79	12,25	3,26	6,27	11,33	3,47
Genotipo x Densidad						
Espino x 10.000	15,89	4,01	7,48	4,40	27,31	9,53
Espino x 20.000	19,59	10,51	5,00	4,08	24,69	7,73
Espino x 30.000	17,94	10,35	5,21	2,38	19,84	5,86
Espino x 40.000	24,64	12,68	6,78	5,18	21,12	6,63
Espino x 50.000	19,13	8,23	4,68	6,22	18,91	5,46
clon 0307 – 49SB x 10.000	15,07	4,61	5,79	4,68	25,56	7,74
clon 0307 – 49SB x 20.000	20,92	10,18	7,14	3,60	24,39	7,53
clon 0307 – 49SB x 30.000	19,67	10,28	5,15	4,25	21,24	6,58
clon 0307 – 49SB x 40.000	22,20	11,83	7,22	3,15	17,20	5,18
clon 0307 – 49SB x 50.000	23,73	9,64	9,25	4,83	17,79	5,39

Localidad x Genotipos x Densidad						
Carmen x Espino x 10.000	24,51	2,93	13,64	7,89	29,21	8,79
Carmen x Espino x 20.000	20,96	7,74	7,56	5,66	27,61	7,86
Carmen x Espino x 30.000	23,12	11,33	9,41	2,38	27,01	7,59
Carmen x Espino x 40.000	27,97	11,62	12,24	4,11	25,29	7,72
Carmen x Espino x 50.000	20,46	6,44	9,35	4,67	26,33	7,29
Carmen x clon 0307 – 49SB x 10.000	20,80	2,98	9,25	8,57	28,10	8,07
Carmen x clon 0307 – 49SB x 20.000	23,73	5,88	13,63	4,26	26,39	7,80
Carmen x clon 0307 – 49SB x 30.000	21,93	9,14	8,94	3,85	25,70	7,63
Carmen x clon 0307 – 49SB x 40.000	20,23	8,74	7,51	3,98	22,01	6,93
Carmen x clon 0307 – 49SB x 50.000	21,68	4,81	11,98	4,90	24,41	7,67
Toluviejo x Espino x 10.000	7,27	5,09	12,58	0,92	25,4	10,27
Toluviejo x Espino x 20.000	18,22	13,28	2,44	2,50	21,78	7,59
Toluviejo x Espino x 30.000	12,76	9,37	1,00	2,38	12,68	4,12
Toluviejo x Espino x 40.000	21,31	13,73	1,33	6,24	16,95	5,53
Toluviejo x Espino x 50.000	17,80	10,02	0,00	7,78	11,50	3,63
Toluviejo x clon 0307 – 49SB x 10.000	9,35	6,24	2,33	7,77	23,02	7,41
Toluviejo x clon 0307 – 49SB x 20.000	18,08	14,48	0,66	2,94	22,40	7,26
Toluviejo x clon 0307 – 49SB x 30.000	17,42	11,42	1,35	4,64	16,78	5,52
Toluviejo x clon 0307 – 49SB x 40.000	24,17	14,91	6,93	2,32	12,40	3,40
Toluviejo x clon 0307 – 49SB x 50.000	25,78	14,48	6,52	4,76	11,17	3,31
CV (%)	23,26	25,03	48,38	38,49	26,34	26,96
R ²	0,81	0,91	0,88	0,86	0,78	0,79

Letras minúsculas iguales indican que no hay diferencia estadística

De igual forma, en la Tabla 5 se muestra que para la interacción localidad por densidad, en el segundo año de estudio, se pudo constatar que los mayores rendimientos se obtuvieron con la densidad de 40.000 plantas ha⁻¹, con valores de 24,10 t ha⁻¹ para la localidad de El Carmen de Bolívar seguido de 22,74 t ha⁻¹ para la localidad de Toluviejo. Para la variable rendimiento de tubérculos con características tipo exportación, los mayores rendimientos se obtuvieron para Toluviejo con 14,32 t ha⁻¹ manejando densidades de 40.000 plantas ha⁻¹; mientras que para la localidad del Carmen se obtuvieron 10,23 t ha⁻¹ con la densidad de 30.000 plantas ha⁻¹. Esto podría deberse a la interacción entre la densidad de siembra y las condiciones particulares de cada localidad, donde factores como la disponibilidad de agua, la fertilidad del suelo y la competencia entre plantas influyeron en los rendimientos totales y en la proporción de tubérculos con características exportables.

En la interacción triple (Localidad x genotipo x densidad) los mejores rendimientos de mercado local se presentaron para el año 2; siendo los mejores, El Carmen x Espino x 10.000 plantas ha⁻¹ con 13,64 t ha⁻¹, seguido de El Carmen x clon 0307 – 49SB x 20.000 plantas ha⁻¹ con 13,63 t ha⁻¹. Esto se debe a que los tubérculos que aplican para el mercado local presentan pesos superiores a 3,0 kg; mientras que los que se comercializan para el mercado exportación oscilan entre 0,5 a 3,0 Kg (Pérez y Campo, 2016).

Según Heredia et al. (2000) el rendimiento del ñame está más influenciado por la cantidad de plantas establecidas por unidad de superficie que por el tamaño individual de los tubérculos. Semaw (2014) destaca que un mayor número de plantas favorece la eficiencia en el uso de la radiación solar y el agua, lo que impulsa la fotosíntesis y el traslado de fotoasimilados hacia los órganos de almacenamiento.

Análisis Económico: Se compararon los diferentes tratamientos con relación a los principales indicadores de retorno en la producción de ñame en el Caribe colombiano (Tabla 6). Se hizo la diferencia entre la producción de ñame con destino a la exportación que tiene un precio mayor que el ñame con destino al consumo local que tiene menor precio. La suma de los costos y los ingresos en los dos casos permitió calcular los costos totales, ingreso bruto, ingreso neto, rentabilidad, relación costo/beneficio y punto de equilibrio. Los valores tanto de los insumos como del producto fueron valorados a precio de campo (CIMMYT, 1988). Es decir, para el caso del insumo, el precio pagado en el almacén agrícola sumando el valor de transporte para ponerlo en la finca.

Los ingresos se componen de multiplicar el precio de venta de ñame por las cantidades producidas en cada categoría

(este caso se diferenció el ñame para exportación del ñame para el mercado local y ñame de categoría segunda), por lo que se manejan dos precios 1.600.000 COP por tonelada para el ñame de exportación y 1.000.000 COP por tonelada para el ñame con destino al mercado local y de categoría segunda (Martínez *et al*, 2021).

El mejor tratamiento desde el punto de vista económico fue el T2 (clon 0307 – 49SB x 20.000 plantas h⁻¹) guardando la misma tendencia en los dos años de estudio. Por su parte, para este tratamiento, se presentó una rentabilidad de 90%, costo/beneficio de 1,90 e ingreso neto de COP 12.753.378/h⁻¹, seguido del T7 (Espino x 20.000 plantas h⁻¹) con rentabilidad de 85%, costo/beneficio de 1,85 e ingreso neto de COP 11.863.240/ha; evidenciándose, que en ambos casos la densidad de siembra óptima es la de 20.000 plantas h⁻¹. Los T5 (clon 0307 – 49SB x 50.000 plantas h⁻¹) y T10 (Espino x 50.000 plantas h⁻¹) fueron los de menor rentabilidad, dado que, pese a que tuvieron las mayores producciones, incurrieron en altos costos (Tabla 6). En este sentido, se aprecia que los costos unitarios de producción de la tonelada de ñame son menores en los tratamientos T2 (clon 0307 – 49SB 20.000 plantas h⁻¹) y T7 (Espino 20.000 plantas h⁻¹) con 681.752 COP y 716.323 COP respectivamente, sumado al precio en el momento de la venta, donde se refleja la utilidad, lo que resulta en la eficiencia económica de 1,90 para T2 y 1,85 para T7.

Por otro lado, se observa que en el tratamiento T2 (clon 0307 – 49SB 20.000 plantas h⁻¹) se obtuvo una rentabilidad de 90% y en T7 (Espino 20.000 plantas h⁻¹) una de 85%, siendo mayores en ambos casos con respecto a los otros tratamientos que presentaron rentabilidades inferiores, en rango de 16 a 63. Esto se debe a que sus costos unitarios de producción fueron más bajos al resto de tratamientos.

Con relación al punto de equilibrio, el T2 (clon 0307 – 49SB 20.000 plantas h⁻¹) presenta el menor porcentaje, lo cual significa que con el 52,8% de la producción de ñame de exportación, 52,8% del ñame para el consumo local y 52,8% para ñames de segunda categoría se equilibran los ingresos con los costos. Este porcentaje de punto de equilibrio aplicado a las diferentes categorías de tubérculos producidos (exportación, mercado local y de segunda) nos daría las cantidades físicas de producción de cada categoría. En los tres casos permite generar un remanente del 47,2 % de la producción que representa la utilidad por hectárea.

TABLA 6 / TABLE 6

Tabla 6. Análisis económico para tratamientos del sistema de producción de ñame en el Caribe colombiano. /
Table 6. Economic analysis of yam production system treatments in the Colombian Caribbean

	clon 0307 – 49SB					Espino				
	T1: 10.000 plantas/ha	T2: 20.000 plantas/ha	T3: 30.000 plantas/ha	T4: 40.000 plantas/ha	T5: 50.000 plantas/ha	T6: 10.000 plantas/ha	T7: 20.000 plantas/ha	T8: 30.000 plantas/ha	T9: 40.000 plantas/ha	T10: 50000 plantas/ha
CD (COP)	9.795.070	12.737.030	14.614.930	17.487.750	19.475.310	9.921.350	12.535.290	14.348.510	17.863.510	18.766.910
CI (COP)	1.305.655	1.511.592	1.643.045	1.844.143	1.983.272	1.314.495	1.497.470	1.624.396	1.870.446	1.933.684
CT (COP)	11.100.725	14.248.622	16.257.975	19.331.893	21.458.582	11.235.845	14.032.760	15.972.906	19.733.956	20.700.594
CAE (COP)	4.593.232	8.586.534	10.349.878	12.489.914	11.218.044	3.942.315	9.112.407	10.961.928	12.415.330	11.330.344
CAML (COP)	3.599.360	3.767.690	3.237.486	4.761.647	6.727.626	4.589.946	2.709.446	3.442.151	4.152.325	4.018.280
CAS (COP)	2.908.133	1.894.399	2.670.611	2.080.331	3.512.912	2.703.583	2.210.908	1.568.827	3.166.301	5.351.970
RNE (t/ha)	5	10	10	12	10	4	11	10	13	8
RÑML (t/ha)	6	7	5	7	9	7	5	5	7	5
RÑMS (t/ha)	5	4	4	3	5	4	4	2	5	6
RPT (t/ha)	15	21	20	22	24	16	20	18	25	19
PTÑE (COP)	1.600.000	1.600.000	1.600.000	1.600.000	1.600.000	1.600.000	1.600.000	1.600.000	1.600.000	1.600.000
PTÑML (COP)	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
PTÑS (COP)	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
IBÑE (COP)	7.376.000	16.272.000	16.432.000	18.912.000	15.424.000	6.416.000	16.816.000	16.560.000	20.272.000	13.168.000
IBÑML (COP)	5.780.000	7.140.000	5.140.000	7.210.000	9.250.000	7.470.000	5.000.000	5.200.000	6.780.000	4.670.000
IBÑS (COP)	4.670.000	3.590.000	4.240.000	3.150.000	4.830.000	4.400.000	4.080.000	2.370.000	5.170.000	6.220.000
IBT (COP)	17.826.000	27.002.000	25.812.000	29.272.000	29.504.000	18.286.000	25.896.000	24.130.000	32.222.000	24.058.000
INÑE (COP)	2.782.768	7.685.466	6.082.122	6.422.086	4.205.956	2.473.685	7.703.593	5.598.072	7.856.670	1.837.656
INÑML (COP)	2.180.640	3.372.310	1.902.514	2.448.353	2.522.374	2.880.054	2.290.554	1.757.849	2.627.675	6.517.200
INÑS (COP)	1.761.867	1.695.601	1.569.389	1.069.669	1.317.088	1.696.417	1.869.092	801.173	2.003.699	8.680.030
INT (COP)	6.725.275	12.753.378	9.554.025	9.940.108	8.045.418	7.051.556	11.863.240	8.157.094	12.488.044	3.357.406
R (%)	61	90	59	51	37	63	85	51	63	16
RCB	1,61	1,90	1,59	1,51	1,37	1,63	1,85	1,51	1,63	1,16
PEÑE	3	5	6	8	7	2	6	7	8	7
PEÑML	4	4	3	5	7	5	3	3	4	4
PEÑS	3	2	3	2	4	3	2	2	3	5
PPEÑE (%)	62,3	52,8	63,0	66,0	72,7	61,4	54,2	66,2	61,2	86,0
PPEÑML (%)	62,3	52,8	63,0	66,0	72,7	61,4	54,2	66,2	61,2	86,0
PPEÑS (%)	62,3	52,8	63,0	66,0	72,7	61,4	54,2	66,2	61,2	86,0
Eficiencia	1,61	1,9	1,59	1,51	1,37	1,63	1,85	1,51	1,63	1,16
CUT (COP)	737.700	681.752	827.378	871.591	904.662	707.547	716.323	891.345	801.542	1.082.667

CD: Costos directos; CI: Costos indirectos; CT: Costo totales; CAE: Costos asignados exportación; CAML: Costos asignados mercado local; CAS: Costos asignados segunda; RÑE: Rendimiento ñame exportación; RÑML: Rendimiento ñame mercado local; RÑMS: Rendimiento ñame segunda; RPT: Rendimiento promedio total; PTÑE: Precio tonelada ñame exportación; PTÑML: Precio tonelada ñame mercado local; PTÑS: Precio tonelada ñame segunda; IBÑE: Ingreso bruto ñame exportación; IBÑML: Ingreso bruto ñame mercado local; IBÑS: Ingreso bruto ñame segunda; IBT: Ingreso bruto total; INÑE: Ingreso neto ñame exportación; INÑML: Ingreso neto ñame mercado Local; INÑS: Ingreso neto ñame segunda; INT: Ingreso neto total; R: Rentabilidad; RCB: Relación Costo/Beneficio; PEÑE: Punto equilibrio ñame exportación; PEÑML: Punto equilibrio ñame mercado local; PEÑS: Punto equilibrio ñame segunda; PPEÑE: Porcentaje Punto de equilibrio ñame exportación; PPEÑML: Porcentaje punto de equilibrio ñame mercado local; PPEÑS: Porcentaje punto de equilibrio ñame segunda; CUT: Costo unitario por tonelada.

Nota. La tabla muestra los cálculos realizados con base a información de campo 2021 obtenida en talleres con productores.

Conclusiones

Se evidenció en los materiales evaluados: clon 0307 – 49SB y cultivar Espino, que los rendimientos para exportación fueron superiores a los de mercado local y categoría segunda.

Económicamente, el mejor tratamiento fue el T2 (clon 0307 – 49SB x 20.000 plantas ha⁻¹) en los dos años de estudio, presentando una rentabilidad de 90%, relación costo/beneficio de 1,90 e ingreso neto de COP 12.753.378 ha⁻¹, seguido del T7 (Espino x 20.000 plantas ha⁻¹) con rentabilidad de 85%, costo/beneficio de 1,85 e ingreso neto de COP 11.863.240 ha⁻¹; evidenciándose, que en ambos casos la densidad de siembra óptima fue de 20.000 plantas ha⁻¹.

Agradecimientos

Los investigadores extendemos un reconocimiento a los productores de ñame del Carmen de Bolívar y de Toluviéjo. Al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural colombiano por contribuir a través del convenio TV18, TV19 a la financiación del proyecto “ID 1000720 - 1001283 Desarrollo de estrategias de manejo del cultivo de ñame con el fin de mejorar la eficiencia en el uso de recursos ambientales” mediante el cual se obtuvieron los resultados presentados en esta obra.

Referencias

- Acevedo Mercado, A. N., Sandoval Assia, I. S., y Salcedo Mendoza, J. G. (2015). Desarrollo y productividad de ñame (*Dioscorea trifida* y *Dioscorea esculenta*) en diferentes condiciones hídricas. *Acta agronómica*, 64(1), 30-35.
- Agronet, (2 mayo 2023). Comparativo de área, producción, rendimiento y participación departamental por cultivo. Disponible en <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=3>
- Akubuo, C. O. (2002). Determination of a Basis for Design of a Yam (*Dioscorea* Spp.) Minisett Sorter. *Nigerian Journal of Technology*, 21(1), 1-8.
- Aliyu, A. y Shelleng, A. (2019). “Analysis of Technical, Allocative and Economic Efficiencies of Yam Producers in Ganye Local Government Area of Adamawa State, Nigeria”. *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*, 6(7), 129-143. doi: <http://dx.doi.org/10.29121/ijetmr.v6.i7.2019.426>
- Cardona-Colón, J. (2007). Distancia de siembra en la producción y calidad de ñame guinea negro (*D. Rotundata*). *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 91(1-2), 61–65.
- CIMMYT. (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT. Disponible en: <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>
- Coursey D.G. (1969). Ascorbic Acid in Ghana Yams. *Journal of Food Science and Agriculture*, 17: 446.
- Danquah, E. O.; Ennin, S. A.; Lamptey, J. N. y Acheampong, P. P. 2014. Staking Options for Sustainable Yam Production in Ghana. *Sustainable Agriculture Research* 4(1): 106- 113.
- Enesi, R. O., Hauser, S., Lopez-Montez, A., y Osonubi, O. (2017). Yam tuber and maize grain yield response to cropping system intensification in south-west Nigeria. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 64(7), 953-966.
- FAOSTAT, (07 junio 2024). Comparativo de datos de producción. Disponible en <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Heredia Zárate, N. A., Vieira, M. D. C., & Minuzzi, A. (2000). Produção de cará (*Dioscorea* sp.) em diferentes densidades de plantio. *Ciência e Agrotecnologia*, 24(2), 387-391.
- Holdridge, L.R. 2000. Ecología basada en zonas de vida. Quinta reimpression. San José (Costa Rica): Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). p. 216.San José, CRCI.
- Luna, L.L, Tamara, R.E., y Peña, J.A. (2018). Efecto de tipo de tutores y densidad de siembra sobre el rendimiento de ñame espino (*Dioscorea rotundata* Poir). *Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias*, 17(2), 53-62.
- Martínez, A. M., Tordecilla, L., Grandett, L. M., Pérez, S. P., Regino, S. M., y Luna, L. L. (2021). Caracterización socioeconómica y tecnológica del cultivo de ñame (*Dioscorea* sp) en la región Caribe colombiana. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 25(2), 7-34.
- Morelos, R. E. T., Castellanos, L. L. L., Montes, A. A. E., Yanez, R. S. N., Hernández, S. M. R., y De la Ossa Albis, V.

- A. (2021). Respuesta del ñame espino a diferentes densidades de siembra y altura de espalderas. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 23(4).
- Okpara, D., Ikoro, A y Akpaninyang, Fidel. (2014). Growth and yield of white yam (*dioscorea rotundata* poir) microsett in response to plant population and npk fertilizer. *Nigerian journal of crop science*. 2(1). 72-76.
- Peixoto, P. A.; Caetano, L. C.; y Lopes, J. (2000). Inhame: o nordeste fértil. Maceió. EDUFAL, INCAPER. 88 p.
- Pérez, D. y Campo, R. (2016). Efecto de la densidad poblacional sobre el rendimiento de ñame espino (*Dioscorea rotundata* Poir.) tipo exportación. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10, 89-98.
- Quijandria, B., y Ruiz, M. (1991). Aspectos metodológicos del análisis social en el enfoque de sistemas de producción: memorias de la II reunión de trabajo. IICA Red de investigación en sistemas de producción animal en Latinoamérica: Centro de estudios y desarrollo agrario del Perú. Cajamarca, Perú.
- Rodríguez, W.; Hilger, T. H. y Leihner, D. E. (2001). Effects of seed rates and plant populations on canopy dynamics and yield in the greater yam (*Dioscorea alata* L.). *Field Crops Research*, 70(1): 15-26.
- Semaw, W., & Mohammed, W. (2014). Effect of planting density on growth and yield of sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] varieties in Habru district, northern Ethiopia (Doctoral dissertation, Haramaya University).
- Vashi, J., Saravaiya, S., Desai, K., Patel, A., Patel, H. B., y Sravani, V. (2018). Effect of planting distance on growth and tuber yield of greater yam (*Dioscorea alata* L.) Under different growing conditions. *IJCS*, 6(4), 1475-1481.

AmeliCA

AmeliCA
Ciencia Abierta para el Bien Común

Espitia Montes, Amaury Aroldo; Romero Ferrer, Jorge Luis; Tamara Morelo, Ricardo Enrique; Regino Hernández, Sol Mara; García Herazo, Jorge Luis; Perez Cantero, Shirley Patricia

Efecto de la distancia de siembra sobre el rendimiento y calidad de tubérculos de dos genotipos de ñame espino (*D. rotundata*) en la región Caribe colombiana

Effect of sowing distance on the yield and quality of tubers of two genotypes of havtborn yam (D. rotundata) in the Colombian Caribbean region

Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias
núm. 24, e0038, 2025
Universidad Nacional del Litoral, Argentina
revistafave@fca.unl.edu.ar

ISSN: 2346-9129

ISSN-E: 2346-9129

DOI: <https://doi.org/10.14409/fa.2025.24.e0038>