



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Trabajo de Tesis

Efecto de distancias de siembra en componentes de crecimiento y rendimiento en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai)

Autores

Br. Mohammed Antonio Plata Flores
Br. Milton Ezequiel Rivas Sánchez

Asesor(es)

Ing. MSc. Jorge Gómez Martínez
Ing. MSc. Evert Herrera Fuentes

Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua
Noviembre, 2025

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por la Dirección de Ciencias Agrícolas como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Comité Evaluador

MSc. Javier Silva Rivera
Presidente

Ing. Harlem Tania Ríos Peralta
Secretaria

Ing. Luis Ruiz Obando
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 6 Noviembre, 2025

DEDICATORIA

A **Dios** le dedico cada uno de mis logros, pues solo el conoce el verdadero sacrificio y las luchas que he atravesado para llegar hasta donde estoy hoy en donde le agradezco por haberme permitido formarme como un buen profesional, por guiar cada uno de mis pasos y enseñarme que cada tropiezo trae consigo una valiosa lección.

A mis padres, **Ana Patricia Sánchez Salinas** y **Fidel de Jesús Rivas**, les expreso mi más profundo agradecimiento por brindarme una educación de calidad, inculcarme valores sólidos y enseñarme a mantener siempre los pies sobre la tierra y le doy las infinitas gracias por formar al hombre que soy hoy, por el amor incondicional que me han dado desde pequeño y por confiar siempre en mis capacidades.

A mis abuelos, **Mariza del Socorro Salinas** y **Francisco Sánchez**, mi gratitud infinita por ser como unos segundos padres. Gracias por su apoyo constante, sus sabios consejos, la confianza depositada en mí y por darme razones para culminar esta importante etapa de mi vida.

Br. Milton Ezequiel Rivas Sánchez

DEDICATORIA

Le agradezco primeramente a **Dios** por regalarme la vida y ser mi principal guía durante esta etapa universitaria y por su apoyo constante me ha proporcionado salud, paciencia, sabiduría y fortaleza para alcanzar con éxito cada uno de los objetivos que me he propuesto.

A mis padres, **Carolina Francisca Flores Roque** y **Oliver Antonio Plata Flores**, ya que con su amor, sacrificio y esfuerzo, han estado siempre a mi lado, brindándome su apoyo incondicional a lo largo de todas las fases de mi vida.

También a mi hermana **Jorleny Lisseth Plata Flores** y a mi tía **Brenda del Socorro Plata Lumbí** quienes además de apoyarme económicamente, me han ofrecido consejos valiosos y palabras de aliento desde que tengo memoria.

Br. Mohammed Antonio Plata Flores

AGRADECIMIENTO

Ante todo, expreso mi agradecimiento a **Dios**, por concederme la fortaleza, la voluntad y la perseverancia necesarias para alcanzar cada uno de los objetivos que me he propuesto ya que su infinita sabiduría ha sido luz en mi camino, guiando el desarrollo de mis capacidades tanto profesionales como intelectuales, permitiéndome culminar con éxito esta etapa de mi formación como profesional.

A mis asesores, **MSc. Jorge Gómez Martínez** y **MSc. Evert Herrera Fuentes**, les agradezco por compartir sus conocimientos, orientaciones y por brindarnos su tiempo y confianza al permitirnos formar parte activa de este proyecto en donde su guía fue clave en el proceso investigativo y formativo.

A la **Universidad Nacional Agraria (UNA)** y a cada uno de los docentes que, con dedicación y compromiso, nos transmitieron sus saberes, les reconozco como pilares fundamentales en mi formación ya que sus enseñanzas no solo han contribuido al fortalecimientos y competencias profesionales, sino que también han despertado el deseo continuo de aprender cada día.

Br. Milton Ezequiel Rivas Sánchez

AGRADECIMIENTO

A **Dios** por ser mi refugio y mi fuente de fortaleza en cada momento de mi vida.

A mis asesores, **MSc. Jorge Gómez Martínez** y **MSc. Evert Herrera Fuentes**, por brindarme el honor de trabajar y aprender junto a ellos. Aprecio profundamente el apoyo, la confianza, los conocimientos y el acompañamiento que me ofrecieron durante todo el proceso de esta investigación.

A mi Alma Mater, la **Universidad Nacional Agraria (UNA)**, y de manera especial a los docentes de la **Dirección Específica de Ciencias Agrícolas**, quienes me proporcionaron las herramientas y los recursos necesarios para lograr mi formación profesional a lo largo de estos seis años.

A mis compañeros de la carrera de ingeniería agronómica por su amistad y su apoyo incondicional ya que juntos nos ayudamos mutuamente y nos acompañamos a lo largo de esta etapa universitaria.

Br. Mohammed Antonio Plata Flores

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1. Origen e historia	4
3.2. Descripción botánica	5
3.3. Morfología	5
3.4. Requerimiento edafoclimático	6
3.5. Variedades	7
3.6. Densidades de siembra	7
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	9
4.1. Ubicación del estudio	9
4.2. Diseño experimental	9
4.3. Manejo de ensaño y metodología	9
4.3.1. Manejo agronómico del semillero	9
4.3.2. Manejo agronómico en campo	10
4.4. Variables evaluadas	11
4.5. Análisis de datos	12
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13

5.1.	Número de flores femeninas por planta	13
5.2.	Número de guía por planta	14
5.3.	Plantas por tratamiento	15
5.4.	Peso promedio del fruto (kg)	16
5.5.	Número de frutos por tratamiento	17
5.6.	Rendimiento por tratamiento (kg/ha ⁻¹)	17
VI.	CONCLUSIONES	19
VII.	RECOMENDACIONES	20
VIII.	LITERATURA CITADA	21
IX.	ANEXOS	25

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación de la finca “Los Rivas” en Tipitapa, Managua mediante el programa Google Earth.	9
2.	Número de flores femeninas por planta en el cultivo de sandía.	13
3.	Promedio de número de guías de planta en el cultivo de sandía.	14
4.	Planta por tratamiento en el cultivo de sandía.	15
5.	Peso promedio de fruto en el cultivo de sandía.	16
6.	Frutos por tratamiento en el cultivo de sandía.	17
7.	Rendimiento en kg/ha ⁻¹ en el cultivo de sandía.	18

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Etapa de vivero del cultivo de sandía.	25
2.	Fase de crecimiento y desarrollo del cultivo de sandía.	25
3.	Registro del rendimiento y peso del fruto del cultivo de sandía.	25
4.	Análisis de varianza para la variable número de flores femeninas por planta.	26
5.	Análisis de varianza para la variable número de guía por planta.	26
6.	Análisis de varianza para la variable peso promedio del fruto.	26
7.	Análisis de varianza para la variable rendimiento kg/ha ⁻¹ por tratamiento.	26
8.	Plano de campo.	27
9.	Presupuesto para 0.36 ha ⁻¹ del cultivo de sandía.	28

RESUMEN

El presente estudio evaluó el efecto de tres distancias de siembra en la producción de sandía (*Citrullus lanatus* L.) variedad Mickey Lee, en Tipitapa, Managua, durante el ciclo agrícola 2024-2025, con el propósito de determinar el comportamiento productivo del cultivo bajo diferentes densidades y su influencia en variables agronómicas clave. El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres tratamientos de distanciamiento entre plantas (2 x 0.8 m, 3 x 0.4 m y 4 x 0.4 m) y un total de 360 plantas. Se evaluaron variables como número de flores por planta, número de guías, peso promedio de fruto, cantidad de frutos por tratamiento y rendimiento total por hectárea. Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos. El distanciamiento de 4 x 0.4 m registró el mayor número de flores por planta (45.50), indicando un alto potencial de floración; el distanciamiento de 3 x 0.4 m alcanzó el mayor promedio de guías (4.50), favoreciendo un desarrollo vegetativo equilibrado. En contraste, el distanciamiento de 2 x 0.8 m resultó el más eficiente en términos de producción, con 618 plantas establecidas, un peso promedio de fruto de 1.86 kg y el mayor rendimiento total, alcanzando 5,502 kg ha⁻¹, superando significativamente a los otros tratamientos y estos hallazgos evidencian que la densidad de siembra influye directamente en la productividad y la calidad de los frutos. Distancias más cortas incrementan el rendimiento por superficie, mientras que distancias más amplias promueven una mayor floración y número de guías, pero reducen el rendimiento por hectárea. En este contexto, un distanciamiento intermedio cercano a 3 x 0.4 m se considera óptimo, ya que permite equilibrar la cantidad de frutos y la calidad comercial. Se concluye que ajustar las distancias de siembra según las condiciones agroecológicas locales es una estrategia clave para optimizar la productividad y sostenibilidad del cultivo de sandía en Nicaragua.

Palabras clave: sandía, distancias de siembra, rendimiento, calidad de fruto, variedad Micky Lee.

ABSTRACT

This study evaluated the effect of three planting distances on the production of watermelon (*Citrullus lanatus* L.), variety Mickey Lee, in Tipitapa, Managua, during the 2024–2025 growing cycle. The objective was to determine the crop's productive performance under different planting densities and their influence on key agronomic variables. The experiment was conducted using a randomized complete block design (RCBD) with three spacing treatments (2 x 0.8 m, 3 x 0.4 m, and 4 x 0.4 m) and a total of 360 plants. Variables measured included number of flowers per plant, number of vines, average fruit weight, number of fruits per treatment, and total yield per hectare. Significant differences among treatments were observed. The 4 x 0.4 m spacing recorded the highest number of flowers per plant (45.50), indicating a high flowering potential; the 3 x 0.4 m spacing achieved the highest average number of vines (4.50), favoring balanced vegetative growth. In contrast, the 2 x 0.8 m spacing was the most productive, with 618 established plants, an average fruit weight of 1.86 kg, and the highest total yield, reaching 5,502 kg ha⁻¹, significantly outperforming the other treatments. These findings demonstrate that planting density directly influences both productivity and fruit quality. Shorter spacing increases yield per surface area, whereas wider spacing promotes greater flowering and vine development but reduces yield per hectare. In this context, an intermediate spacing of approximately 3 x 0.4 m can be considered optimal, as it balances fruit quantity with commercial quality. It is concluded that adjusting planting distances to local agroecological conditions is a key strategy for optimizing the productivity and sustainability of watermelon cultivation in Nicaragua.

Keywords: watermelon, *Citrullus lanatus*, planting distance, yield, fruit quality, agronomic management.

I. INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus* L.) tiene su origen en África y su cultivo comenzó hace varios siglos en las orillas del río Nilo, desde donde se extendió a distintas zonas del Mediterráneo. Posteriormente, los colonizadores europeos la introdujeron en América, donde se propagó por todo el continente. Esta especie, perteneciente a la familia Cucurbitaceae, se distingue por su sabor agradable y su apariencia atractiva (González, 2011).

La comercialización de sandía se realiza de acuerdo al tamaño del fruto: grande, mediano o pequeño. En Nicaragua, la variedad más cultivada es Mickey Lee debido a sus características deseables: frutos de forma redondeada, tamaño variable, pulpa jugosa y carnosa de color rojo (González, 2011).

A nivel internacional, la sandía constituye un cultivo relevante. En Sudamérica, se siembran aproximadamente 150,000 hectáreas, con una producción cercana a 1.5 millones de toneladas, siendo Brasil el mayor productor con alrededor de 765,000 toneladas. En Oceanía, la cosecha alcanza cerca de 100,000 toneladas. En Asia, la superficie cultivada asciende a 1.7 millones de hectáreas, generando 36.3 millones de toneladas; China lidera la producción con 23.3 millones de toneladas, representando casi la mitad del total mundial (Moreira Peñafiel y Moreira Solórzano, 2010).

En Europa, el cultivo ocupa aproximadamente 333,000 hectáreas, con una producción estimada de 3.9 millones de toneladas. España encabeza la producción, seguida por Italia con 590,000 toneladas, Rusia con 520,000 toneladas y Grecia con 512,000 toneladas. En contraste, países como Reino Unido, Alemania, Francia, Países Bajos y las naciones nórdicas tienen niveles muy bajos o casi nulos de producción de esta fruta (Moreira Peñafiel y Moreira Solórzano, 2010).

En el contexto nicaragüense, la sandía se cultiva en dos periodos: durante la estación seca con riego, y en la estación lluviosa aprovechando la precipitación natural. No obstante, la temporada lluviosa puede favorecer el incremento de problemas fitosanitarios (Narváez y Sandino, 2014).

Según Mendoza y Rugama (2012), la sandía en Nicaragua no había tenido en el pasado la relevancia económica que actualmente representa para numerosos agricultores. Esta situación se transformó con la llegada de la variedad Mickey Lee, la cual posibilita cosechas durante todo el año y produce frutos de distintos tamaños.

La producción de sandía está influenciada principalmente por la época de siembra y el precio de venta, pudiendo alcanzar hasta 80,000 kg/ha⁻¹. No obstante, el rendimiento promedio actual se sitúa entre 40,000 y 60,000 kg/ha⁻¹, lo que ha motivado la introducción de nuevas variedades e híbridos en reemplazo de las tradicionales (Mendoza y Rugama, 2012).

En Nicaragua, la extensión total destinada al cultivo de sandía varía según la demanda y las condiciones climáticas, con un promedio de entre 15,000 y 20,000 manzanas (aproximadamente 21,350 a 28,465 hectáreas). Las principales zonas de cultivo se ubican en los departamentos de Chinandega, León, Carazo y Rivas.

A pesar de la alta demanda tanto local como regional, el cultivo enfrenta varios desafíos que limitan su productividad y sostenibilidad. Entre los cuales se destacan: la utilización de distancias de siembra inadecuadas que reducen los rendimientos de frutos, el manejo inadecuado del suelo y la carencia de programas técnicos para el manejo ecológico de plagas y enfermedades es otra de las limitantes (Escalona et al., 2009).

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de tres diferentes distancias de siembra en la producción de sandía, así como su influencia sobre distintas variables agronómicas y la calidad de los frutos.

II. OBJETIVOS

2.1.Objetivo general

Evaluar el efecto de tres distancias de siembra en componentes de crecimiento y rendimiento en el cultivo de sandía (*Citrullus Lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai).

2.2.Objetivos específicos

- Determinar el efecto de tres distancias de siembra en el crecimiento del cultivo de sandía variedad Micky Lee.
- Comparar el efecto de distancias de siembra en los componentes de rendimiento en el cultivo de sandía variedad Micky Lee.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Origen e historia

La sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) ha sido cultivada durante milenios, especialmente en África y el Medio Oriente. Se han encontrado registros de su cultivo en China que datan del año 900 d.C., mientras que la región árida del sur de África se considera su centro de origen. Desde África, la sandía llegó a América a través de los esclavos y también fue introducida por colonizadores europeos. Hoy en día, su cultivo se ha extendido globalmente, siendo común en zonas tropicales y subtropicales (Tercero, 2007, p. 4).

A lo largo del tiempo, la sandía ha sido mejorada mediante domesticación y fitomejoramiento. Originalmente, era una planta de crecimiento rastrero, con frutos pequeños, pulpa dura, color blanco y sabor amargo. Gracias a los programas de mejoramiento, hoy existen plantas más compactas que producen frutos más grandes, con semillas medianas y pulpa roja y dulce. Además, se han desarrollado variedades con pulpa amarilla, anaranjada o con distintos tonos de rojo, desde claros hasta intensos, lo que incrementa su atractivo visual (Aguilar, 2014, p. 4).

Uno de los avances más importantes en la genética de la sandía ha sido la creación de variedades sin semillas. Estas se obtienen cruzando un parental diploide ($2n$) con uno tetraploide ($4n$), dando lugar a un triploide ($3n$) estéril. Estos frutos no producen semillas completas, sino pequeños rudimentos blancos y blandos que no representan inconveniente al consumirlos (Abarca y Crawford, 2017, p. 10).

Aunque la sandía aporta pocas vitaminas, es muy apreciada por sus características refrescantes. Su sabor dulce y jugoso la hace ideal para consumirse como fruta fresca, en jugos, ensaladas de frutas, helados, o incluso como producto congelado en formas como caramelos y gelatinas (Soto et al., 2004, p. 1).

En Nicaragua, se han introducido diversas variedades de sandía que aún no han sido evaluadas en su totalidad. Estas presentan diferencias en aspectos como el número de frutos por planta, la apariencia externa de los frutos y la resistencia a plagas y enfermedades, lo que genera cierta incertidumbre entre los productores (Soto et al., 2004, p. 2).

3.2.Descripción botánica

La sandía (*Citrullus lanatus*) es una planta herbácea anual que crece principalmente de manera rastrera, aunque puede trepar si se le proporciona un soporte adecuado. Se puede cultivar tanto en seco como bajo riego, y gracias al cultivo protegido y al uso de invernaderos, su disponibilidad en el mercado se ha extendido más allá de la temporada veraniega, permitiendo también su consumo en primavera (Reche, 2006, p. 3).

Esta fruta es refrescante, baja en calorías y aporta vitaminas y minerales de manera moderada. Su composición, que supera el 90 % de agua, la convierte en un alimento altamente hidratante, especialmente útil durante la época de calor. Las sandías presentan diferencias según sus características agronómicas, como el color de la cáscara, la forma y tamaño del fruto, así como el sabor, entre otros factores (Ministerio de Economía Familiar, 2022, p. 3).

3.3.Morfología

La sandía, que pertenece a la familia Cucurbitáceas, corresponde a la especie *Citrullus lanatus*. Se trata de una planta herbácea que puede crecer de manera rastrera o trepadora, alcanzando entre 4 y 6 metros de longitud. Es originaria de la región tropical de África y desde allí se difundió hacia Asia y América (Ministerio de Economía Familiar, 2022, p. 3).

Su tallo es verde, herbáceo y cubierto de pequeñas vellosidades. Cuando la planta desarrolla entre cinco y ocho hojas, comienzan a formarse tallos secundarios y terciarios, lo que le permite cubrir hasta 5 m². Estos tallos pueden alcanzar hasta 6 metros y trepar mediante zarcillos. Las hojas son pecioladas, pinnadas y divididas, con lóbulos redondeados y nervaduras marcadas. El fruto es una baya globosa u oblonga, con peso variable entre 2 y 20 kg, cáscara lisa o rayada y pulpa que puede ser roja, rosada o amarilla y las semillas presentan diversas formas y colores, y pueden estar ausentes en los frutos triploides (INFOAGRO, 2012).

La sandía posee tallos delgados y angulosos, cubiertos de vellosidades, que en algunas variedades pueden alcanzar hasta 10 metros, aunque existen tipos enanos. Cada nudo del tallo produce zarcillos, y su sistema radicular es extenso, pero poco profundo, compuesto por una raíz principal y raíces laterales. Las flores pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas, apareciendo primero las masculinas, aunque ciertos genotipos generan flores femeninas tempranas que facilitan

el cuajado del fruto. Las semillas son planas u ovoides, de diferentes colores, sin dormancia, lo que permite su siembra inmediata y germinación en 2 a 14 días a temperaturas óptimas de 30 a 35 °C (Juárez, 2008).

El desarrollo radicular de la sandía varía según el tipo de suelo. En suelos profundos y fértiles, las raíces pueden superar 0,80 m de profundidad y extenderse hasta 2 m de diámetro, con un alcance radial aproximado de 4 m. En suelos poco profundos, las raíces se concentran en los primeros 40-50 cm. Este sistema radicular tiene una alta capacidad de absorción de agua, lo que proporciona a la planta buena tolerancia a la sequía (Aguilar, 2014).

3.4.Requerimientos edafoclimáticos

La sandía es una planta que requiere temperaturas cálidas para desarrollarse de manera óptima y puede adaptarse a diversos tipos de suelo. La germinación de sus semillas comienza a temperaturas de entre 14 °C y 16 °C, completándose en 5 a 6 días bajo condiciones térmicas favorables. Si la temperatura del suelo alcanza los 30 °C, la germinación puede producirse en aproximadamente 4 días. Aunque la planta no es muy exigente en cuanto a suelo, su crecimiento radicular se ve favorecido en suelos livianos, siendo los franco-arenosos a francos los más adecuados, con un pH entre 5,0 y 6,8. No obstante, también tolera suelos ácidos y se adapta a suelos ligeramente alcalinos (Narváez y Sandino, 2014, p. 8).

Para un desarrollo adecuado, la sandía necesita una humedad relativa de entre 60 % y 80 %, especialmente durante la floración, ya que esta influye directamente en la formación de flores. Asimismo, requiere de 10 a 11 horas de luz diaria para un crecimiento eficiente y una buena producción de frutos. Aunque prefiere suelos franco-arenosos a francos, puede cultivarse también en suelos franco-arcillosos o arcillosos, siempre que se realicen las enmiendas pertinentes. Con el fin de prevenir problemas fitosanitarios y mantener la productividad, se recomienda evitar el monocultivo anual de sandía, aplicando una rotación trienal con cultivos de gramíneas como maíz, sorgo o pastos (Castellón y Talavera, 2012, pp. 18–19).

3.5.Variedades

Variedad Peacock: Las sandías de tipo Peacock presentan frutos alargados con cáscara de color verde oscuro, pulpa rojo-anaranjada y semillas pequeñas de tonalidad café. Cada fruto pesa aproximadamente 25 libras. Esta variedad tolera bien el transporte a largas distancias y tiene un ciclo de cultivo de alrededor de 85 días desde la siembra hasta la cosecha. Es común en estados de EE. UU. como California y Arizona (Casaca, 2005, p. 4).

Variedad Sugar Bay: Las sandías Sugar Bay producen frutos redondos con un diámetro de 7 a 8 pulgadas y un peso promedio de 8 a 10 libras. Su cáscara es delgada, firme y verde muy oscuro, mientras que la pulpa es roja, dulce, firme y de textura fina. Estas sandías tienen pocas semillas pequeñas y oscuras. Son precoces bajo condiciones locales, aunque su limitada área foliar puede causar quemaduras solares en los frutos. Entre los híbridos destacados de este grupo se encuentran Mickey Lee, Pérola, Baby Fun y variedades sin semillas como Sunworld (13–15 lb), que generan de 4 a 6 frutos por planta. La variedad Pérola es vigorosa y productiva, aunque su cáscara delgada la hace sensible durante el transporte (Casaca, 2005, p. 4).

Variedad Mickey Lee: Las plantas de Mickey Lee producen entre 4 y 6 frutos por planta. Son vigorosas y altamente productivas, con frutos redondeados u ovalados de color verde pálido grisáceo con algunas estrías. La pulpa es de un rojo intenso, y cada fruto pesa entre 4,5 y 6,8 kg. Su ciclo de cultivo dura aproximadamente 82 días, aunque los frutos pueden dañarse con facilidad durante el transporte (Narváez y Sandino, 2014, p. 7).

3.6.Densidades de siembra

La densidad de siembra, definida como la cantidad de plantas por unidad de superficie, constituye un factor esencial para la productividad de la sandía. Los marcos de plantación más habituales son de 2×1 m y 4×1 m. El primero permite cubrir rápidamente el terreno, incluso antes de que se desarrollen suficientes flores femeninas, que aparecen a partir del quinto o sexto nudo. Por su parte, el marco de 4×1 m favorece un mejor aprovechamiento del agua y los nutrientes, además de contribuir al descanso del suelo (Gutiérrez, 2018, p. 12).

En plantas no injertadas, la densidad suele oscilar entre 4,000 y 5,000 plantas por hectárea. En algunos casos se utilizan marcos de 4×1 m, y para siembras tempranas se recurre a marcos de 3×1 m (Chamorro y Gallegos, 2012, p. 40).

Otra referencia indica que la densidad convencional es de aproximadamente 4,000 plantas por manzana (alrededor de 5,720 plantas por hectárea), con distancias de 1,5 a 1,8 m entre camas y de 1,0 a 1,15 m entre plantas. En sistemas de riego, se recomienda un espaciamiento de 2×2 m, equivalente a 1,750 plantas por manzana (2,503 por hectárea). Para lograr un rendimiento aproximado de 40 m³ de fruta por manzana, se necesitan en promedio 1,5 frutos por planta en densidades convencionales y 3,4 frutos por planta en áreas bajo riego (Arias y Montalván, 2007, pp. 7–8).

Velazco (2010) evaluó cuatro distanciamientos de siembra (0,20; 0,40; 0,60 y 0,80 m) y determinó que el más estrecho, de 0,20 m, fue el más productivo, alcanzando 114,29 t/ha. En cuanto al rendimiento por planta, el espaciamiento de 0,80 m registró 19,15 kg/planta y un peso promedio de fruto de 7,92 kg, siendo los valores más altos entre los tratamientos estudiados.

En otro estudio, Ttito (2018) analizó cuatro densidades de siembra en sandía y observó que el tratamiento T3 ($3,5 \times 3,5$ m) produjo el mayor número promedio de frutos, mientras que el tratamiento T2 (3×3 m) registró la mayor longitud de fruto. Este estudio también reportó diferencias significativas en el rendimiento por parcela, el peso y el diámetro de los frutos, destacando nuevamente T3 como el tratamiento con mejores resultados.

Morocho (2022) evaluó el comportamiento agronómico de tres híbridos de sandía (*Citrullus lanatus*) utilizando tres distancias de siembra (0,60, 0,80 y 1,00 m). Los resultados mostraron que la distancia de 1,00 m registró un mejor desempeño en varias variables: la longitud de guía alcanzó 390,42 cm, la floración presentó 6,55 flores femeninas por planta a los 33 y 34 días después de la siembra, y el promedio de frutos cosechados fue de 1,58 por planta, con diámetros de 38,35 cm (polar) y 28,29 cm (ecuatorial), logrando un rendimiento de 17,03 t/ha. Estos resultados evidencian que tanto el tipo de híbrido como la distancia de siembra afectan significativamente la productividad y calidad del cultivo.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El estudio se llevó a cabo entre el 1 de enero y el 20 de abril de 2025 en la finca denominada “Los Rivas”, ubicada en el kilómetro 30 de la carretera Panamericana Norte, a la izquierda, 5 km hacia el oeste, en el municipio de Tipitapa, departamento de Managua y la ubicación geográfica corresponde a $12^{\circ}16'45.0''$ N de latitud y $86^{\circ}05'45.3''$ O de longitud.

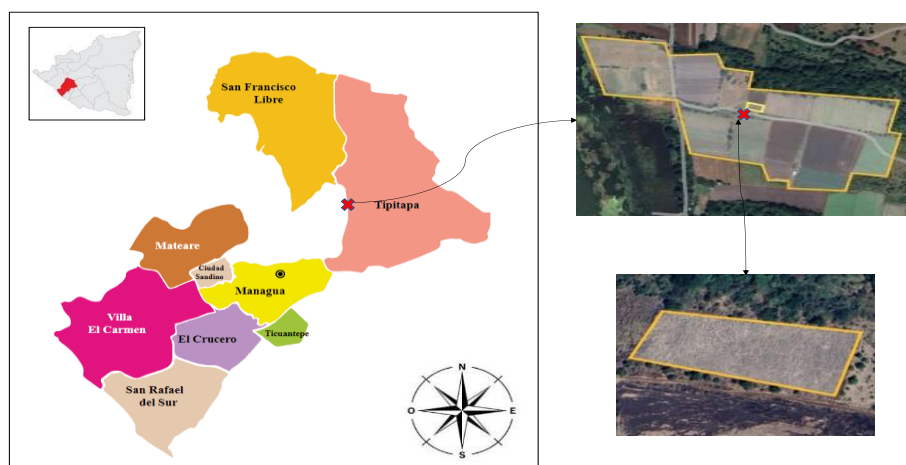


Figura 1. Ubicación de la finca “Los Rivas” en Tipitapa, Managua mediante el programa Google Earth.

4.2. Diseño experimental

En esta investigación se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) y el diseño incluyó tres bloques con tres tratamientos cada uno, y se realizaron ocho repeticiones por tratamiento y se evaluaron 15 plantas por repetición, para un total de 360 plantas en el estudio.

4.3. Manejo del ensayo y metodología

4.3.1. Manejo agronómico del semillero

Para la germinación de las semillas se sembraron utilizando bandejas de polietileno en 200 celdas y estas bandejas fueron desinfectadas con una solución de cloro al 2% (400 ml de cloro comercial en 200 litros de agua) y posteriormente se dejaron secar al sol durante tres horas. Luego, se llenaron con un sustrato llamado MISKAAE y se colocó una semilla por celda a una profundidad de una pulgada con el fin de mantener la humedad y evitar la deshidratación de las plántulas y su riego se realizó dos veces al día, una por la mañana y otra por la tarde.

A los 10 días posteriores a la siembra, se aplicó un enraizador (Rooplus) a razón de 20 cc por cada 20 L de agua. Antes del trasplante, se aplicaron productos foliares preventivos, incluyendo Newfol Fosfitoamino (50 cc/20 L) y Propineb (80 g/20 L).

4.3.2. Manejo agronómico en campo

Preparación del suelo: El terreno fue preparado con una anticipación de 10 días antes de la siembra y se realizaron mediante labores mecanizadas que incluyeron el uso de tractor, arado y ramplona. Posteriormente se formaron camellones con dimensiones de 0.5 m de altura y 0.5 m de ancho y antes de la colocación del plástico mulch, se aplicó 100 lb de 18-48-00 y 50 lb de 0-0-60 por cada 0.36ha⁻¹.

Trasplante: El trasplante se efectuó 12 días de la siembra en semillero, el 20 de febrero, respetando las diferentes distancias de siembra de 2 metros entre calle y 0.8 metro entre planta; 3 metros entre calle y 0.4 metros entre planta y por último el de 4 metros entre calle por 0.4 metro entre plantas a una profundidad de 1.5 pulgada. Posteriormente a los tres días después, se aplicaron Phytan 20 SL y Neex x 0.4 EC a razón de 250 cc por 200 L de agua sobre 0,36 ha.

Fertilización: A los tres días tras el trasplante, se aplicaron enraizadores como Rooplus (250 cc/200 L) y newfol black (500cc/200 L) mediante drench con bomba de mochila. Siete días después se realizó una aplicación foliar con Newfol Zinc, Newfol Boro y Newfol Plus para estimular el desarrollo vegetativo. Para favorecer la resistencia de la planta y la floración, se emplearon Newfol Silica SL y Fosfitoamino (50 cc/20 L), complementadas con dos aplicaciones adicionales de Stimu-plus 48 SL junto con Newfol Boro. Durante el llenado y desarrollo de los frutos se aplicaron Newfol Ca + B + N, Newfol Zinc, Newfol-K SL y un engordador, todos a 50 cc por bomba de 20 L de agua.

Manejo fitosanitario: Para controlar insectos chupadores como mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y áfidos (*Aphidoidea*) se utilizó oxalato de hidrógeno (Triclam) a 20 g/20 L. En el caso de Trips (*Thysanoptera*), se aplicó Chlorfenapyr (Sunfire). Para el manejo de enfermedades fúngicas, tanto foliares como de suelo, se emplearon Dimetomorf (Forum 15 DC), Oxathiapiprolin, Famoxadona (Zorvec), Pyraclostrobin (Padrino), Sulfato de cobre (Phytan 20 SL) y nucleótidos de pirimidina (MAI-007 5 SL), todos a una dosis de 20 cc por bomba de 20 L de agua.

4.4. Variables evaluadas

Número de flores femeninas por planta: Se registró la cantidad de flores femeninas presentes en 15 plantas de manera al azar para determinar el potencial de producción floral, lo que permitió evaluar la capacidad de floración y el posible desarrollo de frutos, proporcionando una medida precisa de la productividad floral del experimento.

Número de guías por planta: Se contabilizó el número de guías desarrolladas en 15 planta, lo cual resultó esencial para analizar cómo estas estructuras influyen en la distribución y calidad de los frutos, así como en la eficiencia del crecimiento vegetal.

Plantas por tratamientos: El número de plantas establecida fue registrada mediante un conteo directo en cada tratamiento lo que permitió obtener una medida precisa de la densidad poblacional de plantas presente y este análisis fue crucial para poder calcular la detección de la supervivencia y el desarrollo inicial de las plantas.

Peso promedio del fruto (kg): Se registró el peso de cada fruto en kilogramos, evaluando todas las plantas por tratamiento y realizando un conteo detallado de los frutos por planta y esta información permitió calcular parámetros estadísticos, identificar diferencias significativas y analizar la relación entre tamaño y calidad del fruto.

Número de frutos por tratamiento: Se contabilizó el total de frutos por tratamiento para medir la producción individual, lo que facilitó la comparación de la capacidad de fructificación entre tratamientos y proporcionó información sobre la productividad general del cultivo.

Rendimiento en (kg/ha⁻¹): El rendimiento del cultivo fue medido en kilogramos por hectárea (kg/ha⁻¹), lo cual proporcionó una referencia clave sobre la cantidad de fruto cosechado por unidad de superficie. Estos datos permitieron estimar el rendimiento promedio, identificar diferencias entre parcelas y evaluar la eficiencia de las prácticas agronómicas aplicadas.

4.5. Análisis de datos

Las variables de crecimiento y de cosecha se analizaron con el programa InfoStat, versión 2016, con el fin de determinar la significancia de los efectos de los tratamientos. Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de confianza del 95%, lo que permitió identificar diferencias significativas entre los tratamientos. Posteriormente, se aplicó la prueba de Tukey al 5% para comparar las medias y establecer cuáles tratamientos mostraron efectos estadísticamente distintos sobre las variables evaluadas.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Número de flores femeninas por planta

Las flores son esenciales para la polinización y la formación de frutos. En la sandía, las flores masculinas y femeninas se desarrollan en plantas separadas, y la polinización puede ocurrir por acción de insectos, viento o de manera manual (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2024).

El análisis de varianza (ANDEVA) mostró diferencias significativas entre los tratamientos, indicando que el tratamiento de 4 x 0.4 m registró el mayor número de flores femeninas por planta, con un promedio de 45,49, el tratamiento 3 x 0.4 m registro un promedio de 27,78 mientras que el tratamiento 2 x 0.8 m presentó el menor registro con 6,27 flores por planta (Figura 2).

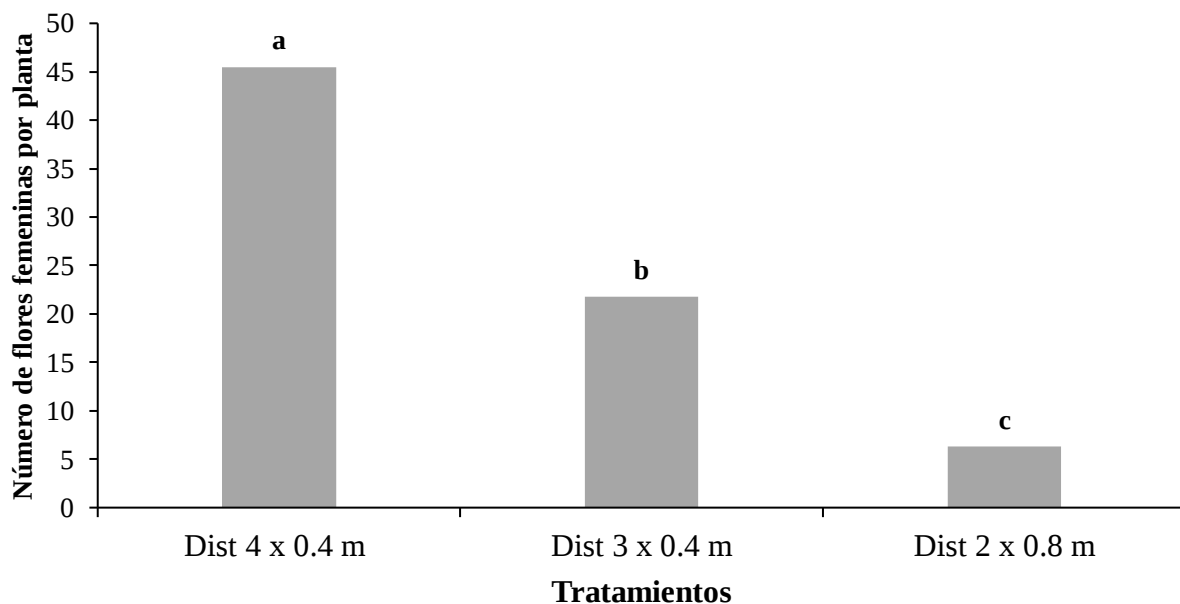


Figura 2. Número de flores femeninas por planta en el cultivo de sandía.

En un estudio de Orrala (2013) sobre el número de flores por planta, se registró un promedio máximo de 22,35 flores femeninas, con un valor menor de 2,70 flores por planta a una distancia de 4 metros, cifras que resultan inferiores a las obtenidas en el presente estudio.

Por su parte, Fernández (2019) evaluó variedades de sandía injertadas con un marco de siembra de 2 m entre surco y 0,5 m entre planta y observó un promedio de flores femeninas entre 5,12 y 3,55 por planta, lo que indica que la distancia de siembra ejerció un efecto significativo sobre la floración de la variedad analizada.

5.2. Número de guías por planta

El número de guías es un factor determinante, ya que una mayor longitud de estas incrementa la cantidad de flores y, en consecuencia, la producción de la planta (González, 2011, p. 20).

El análisis estadístico indicó que el mayor promedio de guías se presentó en el tratamiento con distancias de 3 x 0.4 m, con 4,50 guías por planta, seguido del tratamiento a 2 x 0.8 m con 4,40 y por último del tratamiento de 4 x 0.4 m con 4,38 guías por planta. Estos resultados sugieren que un espaciamiento de 3 x 0.4 m favorece un mejor desarrollo vegetativo en la emisión de guías, mientras que la distancia de 4 x 0.4 m resultó menos favorable para esta variable (Figura 3).

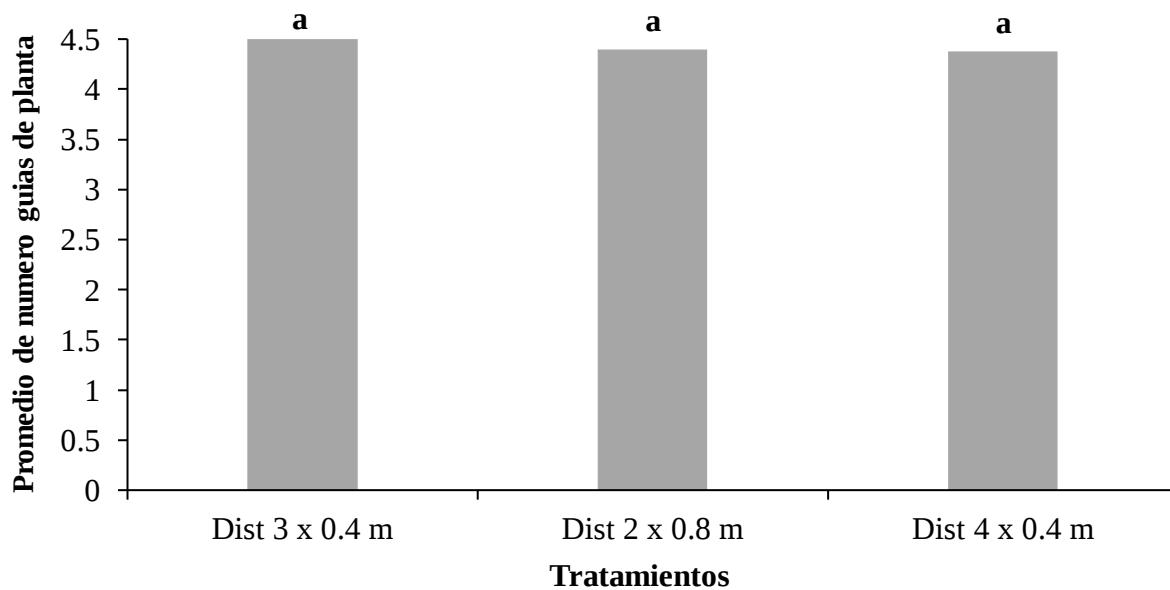


Figura 3. Promedio de número de guías por planta en el cultivo de sandía.

En un estudio realizado por Carrillo (2020), al comparar el número de guías por planta, los tratamientos evaluados no mostraron diferencias significativas, con promedios que oscilaron entre 3,033 y 3,200 guías.

Por otro lado, Menéndez y Palma (2012) indicó que el número de guías depende del genotipo, pudiendo variar entre 4 y 6 guías por planta, hallazgo que coincide con García y González (2021), quienes reportaron diferencias significativas en cuatro variedades de sandía y de manera similar, Solís Soto (2020) encontró un promedio de 4,60 guías por planta al evaluar dos híbridos con un espaciamiento de 2 m, evidenciando diferencias significativas.

Estos resultados difieren de los obtenidos en el presente estudio, donde se registró un mayor número de guías, lo que sugiere que limitar su cantidad podría favorecer una distribución más eficiente de nutrientes hacia los frutos y, en consecuencia, mejorar su calidad.

5.3.Plantas por tratamiento

El número de plantas por tratamiento influye significativamente en el crecimiento y rendimiento de la sandía. Se observó que densidades bajas favorecen un mayor desarrollo de tallos y hojas, mientras que densidades altas aumentan la producción. Un balance adecuado entre la cantidad de plantas y frutos por planta mejora la calidad y el peso de los frutos, así como el rendimiento total del cultivo, además de optimizar el uso de luz, agua y nutrientes (Flores y Gade, 2001).

En el presente estudio, el tratamiento con 2 x 0.8 metros de distancia generó 618 plantas, el de 3 x 0.4 metros produjo 470 plantas y el de 4 x 0.4 metros alcanzó 449 plantas (Figura 4).

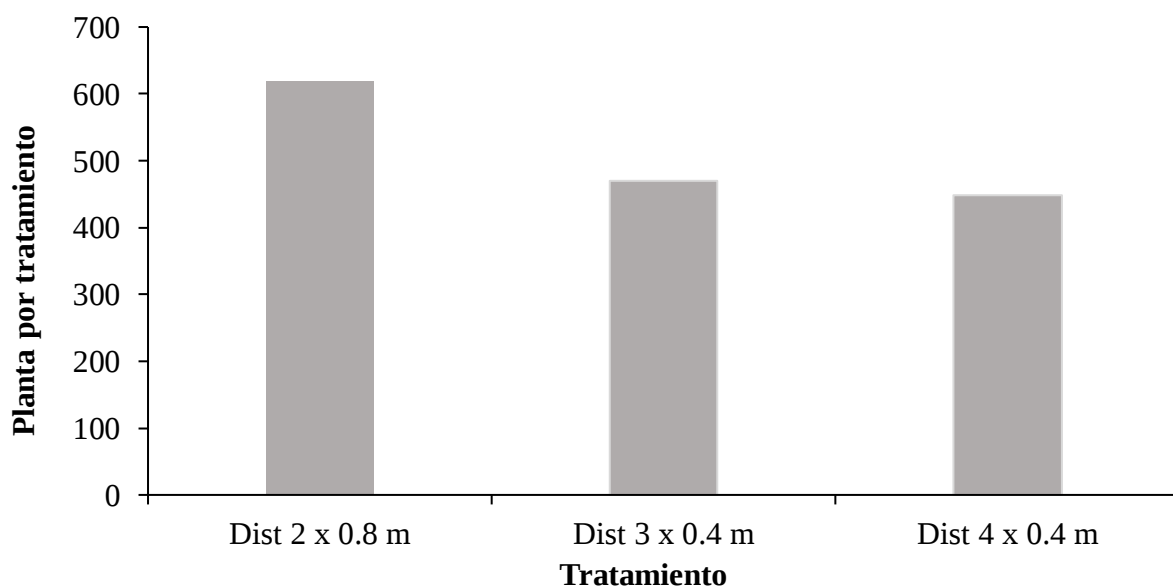


Figura 4. Plantas por tratamiento en el cultivo de sandía.

5.4. Peso promedio del fruto (kg)

El peso del fruto es un atributo fundamental para la comercialización de la sandía, ya que, junto con el tamaño, color y sabor, determina su valor en el mercado (González, 2011).

El análisis de varianza realizado sobre esta variable mostró diferencias significativas entre los tratamientos, destacando que el tratamiento con 2 m x 0.8 m de distancia presentó el mayor peso promedio de fruto con 1,86 kg, seguido por el tratamiento de 3 x 0.4 m con 1,75 kg y con el menor peso promedio se registró en el tratamiento con 4 x 0.4 m de distancia, con 1,66 kg por fruto (Figura 5).

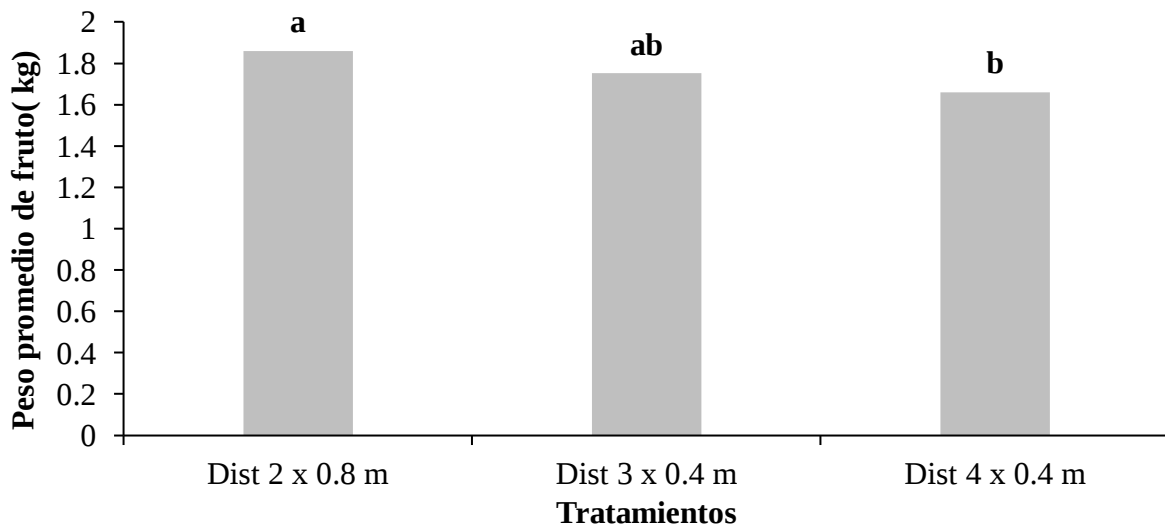


Figura 5. Peso promedio de fruto en el cultivo de sandía.

Prado y Ulloa (2016) reportaron un peso promedio de frutos de 2,99 kg con un espaciamiento de 2 metros, sin encontrar diferencias significativas entre tratamientos. En contraste, Chavarría (2023) observó que el peso de los frutos varió según los tratamientos, destacando que el tratamiento con distancias de 2 metros alcanzó un promedio de 5,43 kg por fruto. De manera similar, Cortez Vega (2014) registró pesos promedio de frutos entre 4,66 y 7,11 kg en siembras con la misma distancia entre surcos.

5.5. Número de frutos por tratamiento

En el presente estudio, se observó que el tratamiento con 3 x 0.4 m de distancia registró el mayor número de frutos por planta con un total de 1,410 frutos, seguido del tratamiento a 4 x 0.4 m, con 1,347 frutos mientras que el tratamiento a 2 x 0.8 m presentó los menores promedios de frutos, con 1,236 frutos por planta (Figura 6).

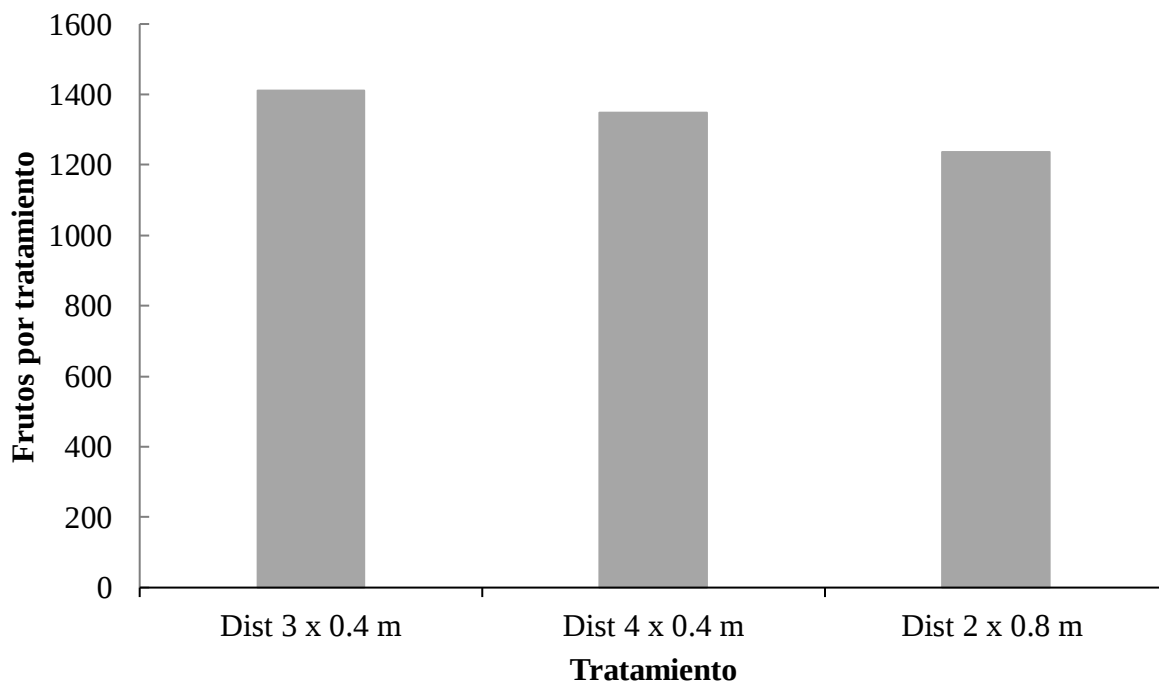


Figura 6. Frutos por tratamiento en el cultivo de sandía.

5.6. Rendimiento por tratamiento (kg/ha^{-1})

El rendimiento refleja la eficiencia con la que las plantas aprovechan los recursos disponibles en el medio, siendo el resultado de la interacción de factores biológicos, ambientales y del manejo aplicado al cultivo (Díaz y Sobalvarro, 2016, p. 18).

En el presente estudio, los tratamientos con distancias de 3 x 0.4 m obtuvo un mayor rendimiento de $5,502 \text{ kg/ha}^{-1}$, mientras que el tratamiento a 4 x 0.4 m obtuvo $5,170 \text{ kg/ha}^{-1}$ y por último el tratamiento a 2 x 0.8 m fue el que registro menor rendimiento con $4,706 \text{ kg/ha}^{-1}$

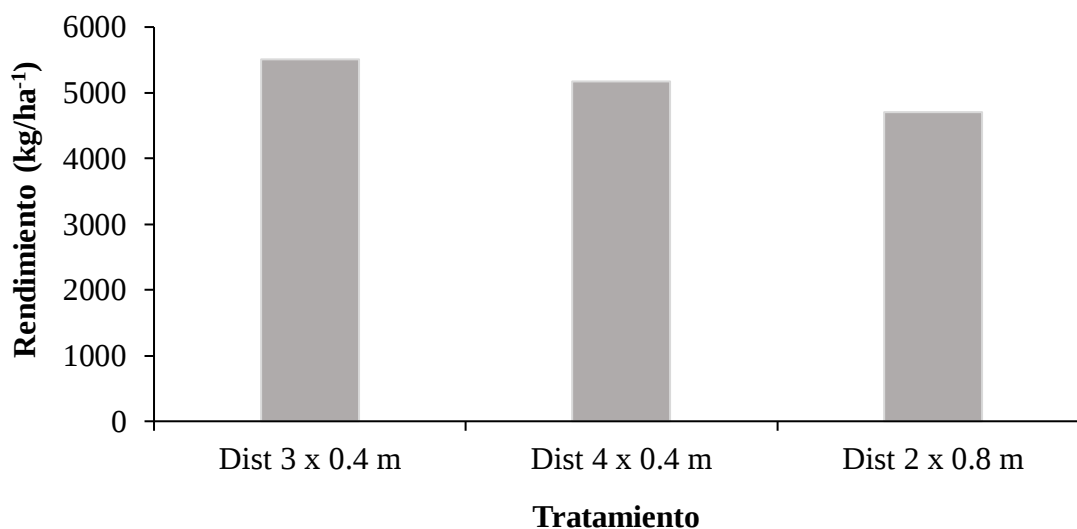


Figura 7. Rendimiento obtenido en kg/ha⁻¹ en el cultivo de sandía.

Kantolic (2008) afirma que las variaciones en los rendimientos de los cultivos suelen estar asociadas a la siembra de una misma variedad en fechas y densidades similares, aunque los resultados pueden cambiar al modificar la distancia entre surcos.

En el presente estudio, se encontró que distancias de siembra más reducidas provocan un aumento de la biomasa, lo que limita la entrada de luz solar, disminuye la aireación, incrementa el aborto floral y eleva la incidencia de plagas y enfermedades, generando un menor rendimiento. Estos resultados concuerdan con lo señalado por Giorda y Baigorri (1997), quien indica que el espaciamiento óptimo entre surcos disminuye en latitudes más altas, ya que la producción se ve limitada a menores distancias.

VI. CONCLUSIONES

Las distancias de siembra a 4 x 0.4 m y 3 x 0.4 m influyeron en un mayor efecto en el número de flores por plantas y número de guías por planta lo que indica estas distancias de siembra propiciaron un desarrollo vegetativo en el cultivo de sandia.

El tratamiento con distancia de 2 x 0.8 m registro el mayor peso promedio lo que indico una mayor optimización de los recursos disponibles.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar nuevos ensayos de investigación en los dos ciclos de siembra, distancias de siembra con diferentes variedades de sandia para identificar las más productivas.

Evaluar variables como sabor, firmeza, grados brix contenido de agua, color de la pulpa y tamaño del fruto en futuras investigaciones para fortalecer la aceptación en el mercado.

VIII. LITERATURA CITADA

- Abarca, R. y Crawfordd, H. (2017). *Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. et Nakai* [Monografía, Universidad Técnica de Ambato]. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6667>
- Aguilar Recinos, L. (2014). *Producción y calidad de sandía (Citrullus lanatus L) con dos formas de fertilización en la Comarca Lagunera* [Tesis de ingeniería, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Repositorio Institucional UAAAN. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/bitstream/handle/123456789/6729/PRODUCCIONYCALIDADDESANDIA%28CitrulluslanatusL%29CONDOS.PDF?sequence=1&isAllowed=y>
- Arias, S., y Montalván, E. (2007). *Manual para la producción de sandía*. Repositorio CREDIA. https://repositorio.credia.hn/bitstream/handle/123456789/264/manual_para_la_produccion_de_sandia.pdf
- Carrillo Jara, F. S. (2020). “*Adaptabilidad de tres híbridos de sandía (Citrullus lanatus) en el cantón patate*” [Tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e28c88bd-f23c-4945-b08e-c916192399f4/content>
- Casaca, A. (2005). *Guías tecnológicas de frutas y vegetales: El cultivo de la sandía*. <https://dicta.gob.hn/files/2005,-El-cultivo-de-la-sandia,-G.pdf>
- Castellón Centeno, J. y Talavera Barrios, R. (2012). *Análisis de rentabilidad financiera ciclo 2010–2011 (estudio de caso empresa agropecuaria “el garaje”, ubicada en el municipio de Tipitapa, departamento de managua)* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/10652/1/3279.pdf>
- Chamorro Nastar, G. y Gallegos Trujillos, C. (2012). “*Efecto de tres sistemas de poda de formación y tres densidades de plantación en el comportamiento agronómico de sandia, variedad charleston gray (Citrullus lanatus. thunb) en la zona de caldera, carchi.*” [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2144/1/03AGP141TESIS.pdf>
- Chavarría Milian, J. (2023). *Producción orgánica y comercialización de sandía (Citrullus lanatus) en el valle de san miguel chicaj, baja verapaz*. [Tesis de grado, Universidad Rafael Landívar]. <https://biblior.url.edu.gt/wp-content/uploads/publiwevg/Tesis/2023/06/09/Chavarria-Jose.pdf>
- Cortez Vega, J. (2014). *Caracterización agronómica de cinco híbridos de sandía diploide en sistema de producción tecnificado*. [Tesis de ingeniería, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/DGB_UMICH/17808/1/FCA-L-2014-0895.pdf

- Díaz Carballo, Y. F. y Sobalvarro Bravo, Y. F. (2016). *Eficiencia de la fertilización especial y tradicional en el cultivo de maíz (Zea mays L.) variedad nutritiva amarillo, centro de experimentación y validación de tecnología las Mercedes 2015* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3340/1/tnf04s677.pdf>
- Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., y Martín, A. (2009). *Manual de cultivo del cultivo de sandía (Citrullus lanatus) y melón (Cucumis melo L.). innova*. http://www.hortyfresco.uchile.cl/docs/manuales_innova/Manual_cultivo_sandia_y_melon.pdf
- Fernández Mengibar, E. (2019). *Evaluación fenotípica y fisiológica del injerto de sandía sobre mutantes insensibles a etileno de Cucurbita pepo* [Tesis de ingeniería, Universidad de Almería Escuela Superior de Ingeniería]. Repositorio Institucional. https://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/8173/TFM_FERNANDEZ%20MENGI BAR,%20EDUARDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Flores Rocha, R. A. y Gade Zeas, V. M. (2001). *Efecto de número de plantas por nido y frutas por planta sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de la sandía (Citrullus vulgaris Schrad)* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1809/1/tnf01f634.pdf>
- García Martínez, D. y González, A. S. (2021). *Evaluación de cuatro variedades de sandía (Citrullus lanatus L.) con un grupo de productores como modelo de asociatividad en cuilápam de guerrero, oaxaca* [Tesis de ingeniería, Tecnológico Nacional de México]. <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/4870/1/Tesis.%20Duilio%20Garc%C3%ADa%20Mart%C3%ADnez%20Alejandro%20Santiago%20Gonz%C3%A1lez.pdf>
- Giorda, L. A. y Baigorri J. H. E. (1997). *El cultivo de la soja en Argentina*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- González García, R. F. (2011). *Evaluación del cultivo de sandía (Citrullus lanatus L) variedad Mickey Lee utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes “Kc” y “Ky”, bajo riego*. [Tesis de ingeniería]. Universidad Nacional Agraria. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01g643s.pdf>
- Gutiérrez Ramírez, A. (2018). *Densidad de siembra en el rendimiento y calidad de sandía (Citrullus lanatus) cv. black fire en el valle de cañete*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/7ea0dd9b-9733-4821-85b4-7ae51201adf2>
- INFOAGRO. (2012). *El cultivo de la sandía*. http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/sandia.htm

- Juárez García, B. (2008). *Programa de mejoramiento genético de sandía en Seminis*. Seminis Vegetable Seeds Inc. <https://es.scribd.com/document/350699092/Fitomejoramiento-en-Sandia>
- Kantolic, A. (2008). *Fecha y densidad de siembra*. En Satorre, E. y col (ed.). *Producción de soja*. AACREA, (pp. 30-31).
- Mendoza Altamirano, I. y Rugama Morales, A. (2012). *Evaluación de tres cultivares de sandía (Citrullus lanatus) taiwanesa en ambiente protegido en el Centro Nacional De Referencia en Agroplasticultura, Campus Agropecuario, UNAN – León de abril – julio 2010* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León]. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5931/1/221126.pdf>
- Menéndez Barque, W. E. y Palma Romero, M. D. (2012). *Efecto de poda en el cultivo de sandía (Citrullus vulgaris l.) sembrados a diferentes distancias con aplicación de tres fertilizantes organicos durante la epoca lluviosa en la zona de quevedo* [Tesis de ingeniería, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8060ddc0-df30-4a9d-bf37-fd639deb56a9/content>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2024). *Ficha técnica agroclimática: Sandía*. <https://guatemalanosedetiene.gt/wp-content/uploads/2024/06/FICHA-TECNICA-AGROCLIMATICA-SANDIA.pdf>
- Ministerio de Economía Familiar. (2022). *Cartilla del cultivo de sandía*. <https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/cartilla/documento1306363.pdf>
- Moreira Peñafiel, D. E. y Moreira Solorzano, D. S. (2010). *Comportamiento productivo del cultivo de sandía royal charleston (Citrullus vulgaris) con diferentes distancias de siembra* [Tesis de ingeniería, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/431c4952-9418-4a8a-bc41-651337c96e7b>
- Morocho Alban, A. (2022). *Evaluación del comportamiento agronómico de tres híbridos de sandía (Citrullus lanatus) con tres distancias de siembra en el cantón joya de los sachas, provincia de orellana* [Tesis de ingeniería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18191/1/01051.pdf>
- Narváez Martínez, L. y Sandino Sánchez, C. (2014). *Efecto de diferentes proporciones de NPK en la producción de plántula de sandía (Citrullus lanatus) de dos cultivares (Charleston Gray y Mickey Lee) utilizando sustrato artesanales en condiciones protegidas, CNRA del Campus Agropecuario de la UNAN-León, febrero - marzo 2014* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León]. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3263/1/227304.pdf>

- Orrala Borbor, N. (2013). *Evaluación de Dosis de Nitrógeno en Combinación con Vitazyme en el Rendimiento de la Sandía, en Sinchal, Provincia de Santa Elena* [Tesis de ingeniería, Universidad Estatal Península de Santa Elena].
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/7269>
- Prado Rodríguez, J. y Ulloa López, F. (2016). *Efecto en el rendimiento y calidad de los frutos de sandía (Citrullus lanatus), cultivar Mickey Lee, con poda de formación, CNRA, UNAN-León, abril - agosto 2014*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León].
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4248/1/230057.pdf>
- Reche Mármol, J. (2006). *Cultivo intensivo de la sandía*.
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_2000_2106.pdf
- Solís Soto, A. (2020). *Efectos de un regulador fisiológico sobre la producción de dos híbridos de sandía (Citrullus lanatus), colimes – guayas*. [Tesis de ingeniería, Universidad Agraria del Ecuador].
[https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SOLIS%20SOTO%20ALEJANDRA%20ESTEPHANIA%20\(1\).pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SOLIS%20SOTO%20ALEJANDRA%20ESTEPHANIA%20(1).pdf)
- Soto Rivas, B., Torres Gonzales, N. y Torres Lacayo, L. (2004). *Comportamiento de 17 variedades de sandía Citrullus lanatus (cucurbitáceas), en el municipio de tonalá, departamento de chinandega, en el periodo de febrero a junio 2004* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León].
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/888/1/194499.pdf>
- Tercero Ordóñez, F. (2007). *Los reguladores del crecimiento en la producción de sandía (citrullus lanatus schrad) sin semilla en la comarca laguner* [Tesis de ingeniería, UAAAN].
http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2082/1428_FREDY%20TERCERO%20ORDO%C3%91EZ.pdf
- Ttito Trujillo, D. (2018). *“Efecto en la producción de cuatro densidades de siembra de sandía Citrullus lanatus (thunb), variedad peacock en suelo entisol de aguaytía”* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional de Ucayali].
<https://apirepositorio.unu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/fe2a1918-7340-4859-ad6d-9e96d7b796c2/content>
- Velazco Hurtado, E. (2010). *Efecto de aplicación con la fitohormona x-cyte y cuatro distanciamientos de siembra sobre rendimiento y calidad del cultivo de sandía (Citrullus lanatus thunb) en los palosdepartamento de tacna*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann].
<https://repositorio.unjbg.edu.pe/server/api/core/bitstreams/98514b2a-c32a-4902-bf47-23e6fa256138/content>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Etapa de vivero del cultivo de sandia.



Anexo 2. Fase de crecimiento y desarrollo del cultivo de sandia.



Anexo 3. Registro de rendimiento y peso de frutos del cultivo de sandia.



Anexo 4. Análisis de varianza para la variable número de flores femeninas por planta.

FV	SC	GL	CM	F	P-valor
Modelo	62404.08	2	31202.04	258.20	<0.0001
Tratamiento	62404.08	2	31202.04	258.20	<0.0001
Error	28639.89	237	120.84		
Total	91043.96	239			

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable número de guía por planta.

FV	SC	GL	CM	F	P-valor
Modelo	0.70	2	0.35	0.48	0.6213
Tratamiento	0.70	2	0.35	0.48	0.6213
Error	173.95	237	0.73		
Total	174.65	239			

Anexo 6. Análisis de varianza para la variable peso promedio del fruto.

FV	SC	GL	CM	F	P-valor
Modelo	1.54	2	0.77	4.57	0.0213
Tratamiento	1.54	2	0.77	4.57	0.0313
Error	39.81	237	0.17		
Total	41.35	239			

Anexo 7. Análisis de varianza para la variable rendimiento kg/ha⁻¹.

FV	SC	GL	CM	F	P-valor
Modelo	1.61	8	0.20	0.17	0.9940
Bloque	0.18	2	0.09	0.08	0.9238
Tratamiento	0.18	2	0.09	0.08	0.9252
Bloque*	1.25	4	0.31	0.27	0.8979
Tratamiento					
Error	128.86	111	1.16		
Total	130.47	119			

Anexo 8. Plano de campo.

Tratamiento 1: 2 m x 0.8 m

Tratamiento 2: 3 m x 0.4 m

Tratamiento 3: 4 m x 0.4 m

T1	T2	T3	B 8
T1	T2	T3	B 7
T1	T2	T3	B 6
T1	T2	T3	B 5
T1	T2	T3	B 4
T1	T2	T3	B 3
T1	T2	T3	B 2
T1	T2	T3	B 1
2 x 0.8 m	3 x 0.4 m	4 x 0.4 m	

8 surcos para cada unidad experimental, para hacer muestreo de 15 plantas de por cada surco.

Anexo 9. Presupuesto para 0.36 ha⁻¹ de sandía.

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (C\$)	Total (C\$)
Equipos y materiales				
Bandejas	Unidad	25	80	2,000
Sustrato	Quintal	1	3,800	3,800
Semilla	Sobre	1	4,200	4,200
Preparación de suelo	Días/hombre	2 pases de ramplona	2,300	4,600
Preparación de camellones	Días/hombre	1	1,800	1,800
Plástico mulch	Rollo	2	2,800	5,600
Combustible Diesel	Galón	10	200	2,000
Combustible gasolina	Galón	5	140	700
Cintas de riego	Rollo	1	7,000	7,000
Subtotal				31,700
Mano de obra				
Siembra en semillero	Días/hombre	3	150	450
Trasplante	Días/hombre	3	200	600
Emplasticada	Días/hombre	4	550	2,200
Aplicación de herbicidas	Días/hombre	2	150	300
Aplicación de foliares	Días/hombre	3	1,000	3,000
Subtotal				6,550
Fertilizantes granulados				
(18-46-0)	Quintal	1	1,800	1,800
(0-0-60)	Quintal	1	1,950	1,950
(12-61-0)	Bolsas de medio quintal	1	2,650	2,650
Nitrato de amonio	Quintal	1	1,250	1,250
Potasio	Bolsas de medio quintal	2	3,400	6,800
Magnesio	Bolsas de medio quintal	1	650	650
Calcio	Bolsas de medio quintal	2	1,500	3,000
Subtotal				18,100
Fertilizantes foliares				
Newfol zinc	Litro	2	750	1,500
Newfol boro	Litro	2	750	1,500

Newfol plus	Litro	1	750	750
Newfol silca	Litro	2	950	1,900
Newfol fosfito amino	Litro	2	850	1,700
Newfol K SL	Litro	2	700	1,400
Newfol Ca+B+N	Litro	2	950	1,900
Stimu-plus	Litro	3	1,020	3,060
Rooplus	Litro	1	1,020	1,020
Subtotal				14,730
Insecticidas				
Sunfire	Vasos de 100 cc	3	850	2,550
Triclam	Sobre	3	950	2,850
Fungicidas				
Forum 15 DC	Litro	1	2,200	2,200
Zorvec	Vasos de 250 cc	2	1,800	3,600
Padrino	Litro	1	1,800	1,800
Phyton 20 SL	Litro	1	2,500	2,500
MAI-007 5 SL	Litro	1	1,800	1,800
Subtotal				17,300
Herbicidas				
Gramoxone	Litro	2	350	700
Subtotal				700
Total				89,080