

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

TESIS

**RESPUESTA DEL RENDIMIENTO DE SANDÍA INJERTADA
(*Citrullus lanatus* Thunb.) VAR. RIVERSIDE A TRES
DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA EN EL CEA III
LOS PICHONES, TACNA**

Presentado por:

Bach. CARLOS RAMIRO CÁRDENAS LIMACHE

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

TESIS

RESPUESTA DEL RENDIMIENTO DE SANDÍA INJERTADA
(*Citrullus lanatus* Thunb.) VAR. RIVERSIDE A TRES
DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA EN EL CEA III
LOS PICHONES, TACNA

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 30 DE NOVIEMBRE DEL 2018,
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



MSc. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

SECRETARIO:



Dr. OSCAR OCTAVIO FERNÁNDEZ CUTIRE

VOCAL:



MSc. NIVARDO NÚÑEZ TORREBLANCA

ASESOR:



MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

DEDICATORIA

A mis padres, Ramiro y Gronilda, con gratitud por haberme inculcado el respeto, honestidad y honradez hacia las personas.

Con eterna estimación, cariño y sobretodo mucho amor a mis hermanos Jhonattan, Haydee y Priscila en honor y gratitud a su colaboración por su apoyo moral y espiritual.

Con mucho amor a mi señora esposa Michel y a mi amada hija Valentinna, por brindarme la confianza y ser el motor y motivo en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Al MSc. Magno Santos Robles Tello, asesor de mi Tesis, con quien inicié y concluí el presente trabajo de investigación.

A la Ing. Gladys Hualpa Copa y al técnico Ismael Mollinedo, coasesores de mi Tesis.

A mis padres, amigos y colegas que participaron muy activamente durante el proceso de mi formación profesional.

Y a todas las personas que directa o indirectamente ayudaron para la ejecución del presente trabajo de investigación.

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	
1.1 Descripción del problema	3
1.2 Formulación del problema	4
1.3 Delimitación de la investigación	4
1.3.1 Temporal	4
1.3.2 Espacial	4
1.4 Justificación	5
1.5 Limitaciones	6

CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos.....	8
2.1.1 General	8
2.1.2 Especifico	8
2.2 Hipótesis.....	8
2.2.1 General	8
2.2.2 Especifica.....	9
2.3 Variables.....	9
2.3.1 Indicador de variables.....	9
2.4 Operacionalización de variables	9

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes.....	10
3.2 Cultivo de sandía	11
3.2.1 Origen	11
3.2.1 Taxonomía	12
3.2.3 Morfología	12
3.2.3 Fenología del cultivo.....	14
3.2.4 Exigencias edafoclimáticas del cultivo de sandía.....	15
3.2.6 Labores culturales	16
3.2.7 Manejo del cultivo.....	17
3.2.8 Cosecha	22

3.3 Injerto en sandía	23
3.4 Densidades de siembra	25
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
4.1 Tipo de investigación	31
4.2 Ubicación del campo experimental	31
4.3 Análisis de suelo del campo experimental	31
4.4 Condiciones meteorológicas	33
4.5 Material experimental.....	35
4.5.1 Características de la variedad	35
4.5.2 Características del portainjerto RS1 (<i>Cucurbita</i> <i>moschata</i>)	35
4.6 Tratamientos en estudio	35
4.7 Variables evaluadas.....	36
4.7.1 Longitud de planta	36
4.7.2 Peso promedio de frutos (kg).....	36
4.7.3 Diámetro polar (cm)	37
4.7.4 Diámetro ecuatorial (cm)	37
4.7.5 Rendimiento de fruto (t/ha)	37
4.7.6 Sólidos solubles (°brix)	37
4.8 Diseño experimental	38
4.9 Características del campo experimental	38

4.9.1 Características de la parcela experimental	38
4.9.2 Características de los bloques	38
4.9.3 Características de la unidad experimental	38
4.10 Aleatorización del campo experimental.....	39
4.11 Análisis estadístico	39
4.12 Conducción del experimento.....	40
4.12.1 Trazado del campo experimental.....	40
4.12.2 Muestreo de suelo	40
4.12.3 Preparación del terreno	40
4.12.4 Abonado de fondo y fertilización.....	41
4.12.5 Almacigo.....	41
4.12.6 Trasplante	41
4.12.7 Riego.....	41
4.12.8 Resiembra	42
4.12.9 Guiado.....	42
4.12.10 Deshierbos	42
4.12.11 Control fitosanitario.....	42
4.12.12 Cosecha	43
CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
5.1 Longitud de planta (cm)	44
5.2 Número de frutos por planta	45

5.3 Peso de fruto (kg)	46
5.4 Diámetro polar de fruto (cm)	49
5.5 Diámetro ecuatorial de fruto (cm).....	50
5.6 Sólidos solubles totales (°brix)	51
5.7 Rendimiento total (t/ha).....	52
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	9
Tabla 2. Estados fenológicos y días de duración del cultivo de sandía.....	14
Tabla 3. Factores edafoclimáticos adecuados para el cultivo de sandía.....	16
Tabla 4. Análisis físico químico de suelo del campo experimental	33
Tabla 5. Datos meteorológicos durante la ejecución de la investigación	34
Tabla 6. Tratamientos de estudio y densidad de plantación	36
Tabla 7. Análisis de varianza para la longitud de planta de sandía, var. Riverside	44
Tabla 8. Análisis de varianza para número de frutos por planta de sandía, var Riverside	45
Tabla 9. Análisis de varianza para peso de fruto de sandía, var. Riverside.....	46

Tabla 10. Análisis de varianza de regresión de peso de frutos de sandía, var. Riverside	47
Tabla 11. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de peso de fruto de sandía, var. Riverside.....	48
Tabla 12. Análisis de varianza de diámetro polar de fruto de sandía, var. Riverside.....	49
Tabla 13. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de fruto de sandía, var. Riverside	50
Tabla 14. Análisis de varianza de solidos solubles de la sandía, var. Riverside.....	51
Tabla 15. Análisis de varianza de rendimiento total de sandía, var, Riverside.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aleatorización del de los tratamientos en el campo experimental	39
Figura 2. Regresión lineal de peso de fruto con respecto al distanciamiento de siembra.....	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Promedios de longitud de planta (m) de sandía var. Riverside.....	62
Anexo 2. Promedios de número de frutos por planta (Unid.) de sandía var. Riverside	62
Anexo 3. Promedios de peso de fruto (kg) de sandía var. Riverside.....	62
Anexo 4. Promedios de diámetro polar (cm) de frutos de sandía var. Riverside.....	63
Anexo 5. Promedio de diámetro ecuatorial (cm) de fruto de sandía variedad Riverside.....	63
Anexo 6. Promedios de sólidos solubles (°Brix) de frutos de sandía variedad Riverside.....	63
Anexo 7. Promedios de rendimiento /kg/ha) de frutos de sandía variedad Riverside	64

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Centro Experimental Agrícola (CEA) III “Los Pichones” de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna. El objetivo fue: evaluar la respuesta de la sandía injertada (*Citrullus lanatus* Thunb.) variedad Riverside a tres distanciamientos de siembra; los cuales fueron: 0,80; 1,15 y 1,50 m. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar. El análisis de datos se realizó utilizando la técnica del análisis de varianza, la prueba estadística fue F a un nivel de significación de 5 % y 1 %. Asimismo, se utilizó el análisis de regresión para determinar el distanciamiento de siembra adecuado, determinando que el mejor distanciamiento de siembra (0,80 m) alcanzó el mayor rendimiento con 24,99 t/ha; en tanto que, el mayor peso de fruto se alcanzó con el distanciamiento de 1,50 m con un promedio de 8,44 kg/fruto.

Palabras clave: Distanciamientos, *Citrullus lanatus*, Rendimiento.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Agricultural Experimental Center (CEA) III "Los Pichones" of the National University Jorge Basadre Grohmann, Tacna. The objective was to: evaluate the response of the grafted watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) Variety Riverside to three planting distances; which were: 0.80; 1.15 and 1.50 m. The experimental design of randomized complete blocks was used. The data analysis was performed using the analysis of variance technique, the statistical test was F at a significance level of 5% and 1%. Likewise, the regression analysis was used to determine the appropriate planting distance, determining that the best planting distance (0.80 m) reached the highest yield with 24.99 t / ha; whereas, the greater weight of fruit was reached with the distance of 1.50 m with an average of 8.44 kg / fruit.

Keywords: Distances, *Citrullus lanatus*, Yield.

INTRODUCCIÓN

La sandía es cultivada prácticamente en todo el Perú. En el 2017, la producción anual promedio fue de 92 753 toneladas, en 2 000 has. Las mayores regiones productoras fueron Piura (428 mil toneladas), Lambayeque (244 mil toneladas), Lima (207 mil toneladas), podemos ubicar posteriormente a Arequipa, Ica y Tacna (que a esa fecha registra una producción de 14 699 toneladas) (MINAGRI, 2017).

La demanda de alimentos crece conforme va aumentando la población mundial. Así también se van cambiando las necesidades de los consumidores dado que se abren nuevos mercados gracias al proceso de globalización.

Dentro de este marco, los desarrolladores de nuevas líneas vegetales están obligados a: buscar nuevas variedades que satisfagan la demanda en cantidad de la población; lograr variedades con características organolépticas acorde con los gustos del cliente y producir variedades con características ventajosas sobre otras tales como resistencias a enfermedades y a condiciones ambientales para que puedan ser competitivas en el mercado.

El distanciamiento de siembra es una de las características agronómicas importantes para lograr una buena producción tanto en calidad como en cantidad, por lo que es necesario un estudio exhaustivo sobre el tema. En este sentido el presente trabajo de investigación sobre el distanciamiento de siembra en sandía (*Citrullus lanatus* Thanb), var. Riverside, pretende constituir como un aporte técnico y científico de importancia, que ha de determinar mejores rendimientos de esta hortaliza en nuestra zona.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

La producción hortícola en nuestra región, representa un ingreso económico para los productores y para muchas familias. Uno de los problemas que afronta es el de los bajos rendimientos en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.); las causas son múltiples, entre ellas la falta de tecnologías de manejo agronómico, como son los distanciamientos de siembra para la nueva variedad que es Riverside injertada sobre el portainjerto *Cucurbita moschata* para contrarrestar los problemas bióticos y abióticos. Desde hace aproximadamente 20 años se vienen cultivando variedades tradicionales que experimentan en la actualidad un limitado potencial productivo, según observaciones realizadas a nivel de campo. Además, estos materiales presentan susceptibilidad a ciertos virus y hongos (fusarium) que afectan el desarrollo y producción de la planta. La introducción de nuevas variedades y en particular la técnica de producción por injerto, busca superar estos problemas limitantes; brindando al productor una nueva alternativa de producción. A esta situación se agrega los inadecuados

distanciamientos de siembra que se utilizan, que incide también en el rendimiento y calidad de fruto. Por esta razón se propone mejorar la producción de este cultivo a través de un manejo adecuado en su distanciamiento entre plantas de variedad Riverside.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál será el distanciamiento de siembra adecuado en el rendimiento de frutos de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) variedad Riverside en el CEA III Los Pichones?

1.3 Delimitación de la investigación

1.3.1 Temporal

El presente trabajo de investigación denominado “Respuesta del rendimiento de sandía injertada (*Citrullus lanatus* Thunb.) var. Riverside a cuatro distanciamientos de siembra en el CEA III Los Pichones, Tacna” se ejecutó entre los meses de setiembre a diciembre del año 2016

1.3.2 Espacial

El presente trabajo de investigación, se realizó en el CEA III “Los Pichones” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna.

1.4 Justificación

Entre las cucurbitáceas, la sandía y el melón son las más cultivadas y demandadas a nivel mundial. No sólo es baja en calorías, sino que tiene un alto contenido en agua (90 % de su estructura) y posee un elevado índice de sustancias beneficiosas, entre las que destaca el licopeno, un potente antioxidante que ayuda a las células a permanecer jóvenes por más tiempo. Incluyendo en la dieta alimentos ricos en licopeno, la sandía es la fruta líder en esta sustancia, contiene además un elevado número de vitaminas, entre las que se encuentra la vitamina A, básica para la salud de los ojos y que estimula la inmunidad de los glóbulos blancos; la vitamina B6, que promueve la síntesis de serotonina, melatonina y dopamina, que son las responsables de controlar la ansiedad y el pánico; y la vitamina C, que ayuda a reforzar el sistema inmunológico. El presente trabajo de investigación procura incentivar en los agricultores a retomar la exportación de sandía especialmente al vecino país de Chile por considerarse a la región Tacna una zona apropiada para la producción de este cultivo.

El distanciamiento de siembra es indispensable para el desarrollo del cultivo, y el normal crecimiento de las plantas, razón por la cual surge la necesidad de estudiar nuevas variedades de sandía, bajo nuestras

condiciones y sometidos a diferentes densidades poblacionales, buscando el número de plantas por hectárea óptimo, que repercuta favorablemente en su desarrollo morfológico y fisiológico, así como, en la producción, mejorando los ingresos económicos al productor. Asimismo superar problemas fitosanitarios en la fase inicial de desarrollo del cultivo que pueden ser controlados con la utilización del patrón debido a su rusticidad, del mismo modo mejorar la producción de sandías por el mejor desarrollo radicular del patrón, haciendo más eficiente la absorción de agua y nutrientes del suelo y por último identificar las particularidades productivas y comparar su producción en las condiciones de la región Tacna.

Esta investigación se presenta como una alternativa válida, que permitirá a los pequeños y grandes productores de esta cucurbitácea, disponer de nuevas tecnologías que servirán de guía en sus actividades agro productivas y para futuros trabajos de investigación.

1.5 Limitaciones

Una de las limitaciones para el desarrollo de esta investigación fue indudablemente la escasa información como antecedentes sobre la respuesta de la sandía a diferentes densidades de siembra a nivel local, regional y nacional.

Asimismo, debe resaltarse que el centro experimental Los Pichones tiene una limitación con el agua de riego.

De igual forma, el ingreso al CEA III Los Pichones es limitado de lunes a viernes, siendo que los sábados y domingos no es permitido el ingreso.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos

2.1.1 General

Evaluar la respuesta de la sandía injertada (*Citrullus lanatus* Thunb.) variedad Riverside a tres distanciamientos de siembra en condiciones del CEA III “Los Pichones”, Tacna.

2.1.2 Específico

Determinar el distanciamiento adecuado de siembra para el rendimiento de sandía injertada (*Citrullus lanatus* Thunb.) variedad Riverside.

2.2 Hipótesis

2.2.1 General

La sandía injertada (*Citrullus lanatus* Thunb.) variedad Riverside, responderá favorablemente a los distanciamientos de siembra.

2.2.2 Específica

Existe un distanciamiento de siembra apropiado para el rendimiento de sandía injertada (*Citrullus lanatus* Thunb.) variedad Riverside.

2.3 Variables

2.3.1 Indicador de variables

Variable dependiente (Y)

Rendimiento (t/ha)

Variable independiente (X)

Distanciamientos de siembra

2.4 Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variables	Indicadores
Variable independiente (X)	
Distanciamientos de siembra	m
Variable dependiente (Y)	
Rendimiento	kg/ha

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

Alarcón y Mendoza (2014), desarrollo una investigación evaluando de tres híbridos de sandía (*Citrullus lanatus* Schrad) sometidos a diferentes distanciamientos de siembra en época seca donde concluye la mejor densidad poblacional idónea en base a la cantidad y calidad de fruto correspondió 4 m entre filas o hileras y 0,70 m entre plantas.

Feltrim et al. (2011) realizaron un ensayo evaluando los efectos de dosis de N y K₂O, vía fertirrigación por goteo, y de la distancia entre plantas sobre la productividad del híbrido Shadow de sandía sin semillas, encontraron que el distanciamiento adecuado de 0,50 m entre planta y 2 metros entre hileras asimismo indican que la productividad total y comercial de la sandía, disminuye linealmente con el aumento de la distancia entre plantas.

Chamorro y Gallegos (2012), en su investigación “Efecto de tres sistemas de poda de formación y tres densidades de plantación en el comportamiento agronómico de sandía, variedad Charleston Gray

(*Citrullus lanatus* Thunb.)” realizado en la zona de Caldera, Carchi, indican que la densidad de siembra no influye en el rendimiento manifiestan que a mayor densidad de siembra mayor rendimiento y a menor densidad menor rendimiento. Asimismo indican que la densidad de siembra no influye en la floración ni en el cuajado de frutos.

Huaman (2009), en su investigación “Efecto del distanciamiento de siembra en *Citrullus lanatus* Th “sandía”, híbrido F1 Charleston gray” realizado en Zungarococha, Iquitos. Llego a las siguientes conclusiones: El distanciamiento óptimo fue el 4 m x 2 m, influyendo en la producción del cultivo de sandía variedad Charleston Gray. El distanciamiento 4 m x 2 m obtuvo la mayor producción de sandía expresado en 26,65 t/ha. El mayor ingreso por hectárea fue en el distanciamiento 4 m x 3 m, de 12 934,47 nuevos soles.

3.2 Cultivo de sandía

3.2.1 Origen

A la sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.), se la considera originaria de los países de África tropical y de Oriente Medio. Su cultivo se remonta desde hace siglos a la rivera del río Nilo, desde donde se extendió a numerosas regiones por el mar Mediterráneo. Los pobladores europeos fueron quienes la llevaron hasta América, donde su cultivo se extendió por todo

el continente llegando a ser uno de los más cultivados en todo el mundo (Maroto, Miguel, y Pomares, 2002).

3.2.1 Taxonomía

Según Reche (2000) el cultivo de sandía (*Citullus lanatus* Thanb.), está clasificada de la siguiente manera:

Reino	: Vegetal
División	: Magnoliophyta
Clase	: Dicotyledoneae
Orden	: Cucurbitae
Familia	: Cucurbitaceae
Género	: <i>Citrullus</i>
Especie	: <i>lanatus</i>
Nombre científico	: <i>Citullus lanatus</i> Thanb.

3.2.3 Morfología

3.2.3.1 Sistema radicular

Presenta un sistema radicular muy ramificado, posee una raíz pivotante principal profunda y raíces secundarias fasciculadas distribuidas superficialmente (Maroto, 1992).

3.2.3.2 Tallo

De desarrollo rastrero, herbáceo de color verde, cubiertos con pilosidad, puede trepar debido a la presencia de zarcillos bífidios o trífidios, y alcanzan una longitud de 4 a 6 metros (Camacho y Fernández, 2000).

3.2.3.3 Hoja

Son pecioladas, pinnado partidas, dividida en 3 a 5 lóbulos de apariencia redondeada con profundas hendiduras que no llegan al nervio principal, el haz de la hoja tiene apariencia lisa y el envés áspero con nerviaciones pronunciadas (Maroto, 2002).

3.2.3.4 Flores

Son estaminadas (macho), perfectas (hermafroditas), o pistiladas (hembra), son de color amarillo, solitarias, pedunculadas y axilares. Con polinización entomófila, corola simétrica regular, formada de 5 pétalos. El cáliz posee sépalos libres). Las primeras flores en aparecer son las masculinas o estaminadas. La proporción de flores fluctúa entre 7 a 14 flores estaminadas por una flor pistilada (Maroto et al., 2002).

3.2.3.5 Frutos

Es una baya globosa u oblonga en pepónide, el color de la corteza es variables, pudiendo ser uniforme o con franjas amarillentas, grisáceo o

verde claro. La pulpa de color rojo, rosado o amarillo lleva en su interior las semillas de tamaño variable (dependiendo del cultivar) y de color variable, negras, marrón o blancas. Su peso oscila entre los 2 y los 20 kg (Camacho y Fernández, 2000).

3.2.3.6 Semilla

Las semillas son de tamaño y colores variables (negro, marrón o blanco), aplanadas ovoides, duras, el peso, estas características dependen de la variedad. Generalmente de longitud menor que el doble de anchura, las semillas pueden estar ausentes (frutos triplíodes) (Reche, 2000).

3.2.3 Fenología del cultivo

El crecimiento y desarrollo del cultivo de la sandía, depende del factor genético de la planta y de las condiciones ambientales. Borrego (2012), señala que los estados fenológicos de la sandía son: (tabla 2).

Tabla 2. Estados fenológicos y días de duración del cultivo de sandía

Etapa fenológica	Días
Germinación	5 a 6
Inicio de emisión de guías	18 a 23
Inicio de floración	25 a 28
Plena floración	35 a 40
Inicio de cosecha	71
Término de cosecha	92 a 100

Fuente: Maroto et al. (2002).

3.2.4 Exigencias edafoclimáticas del cultivo de sandía

La sandía es un cultivo de clima templado-cálido. Sin embargo, para obtener buenos rendimientos y frutos de buena calidad, se cultivan en regiones de climas cálidos, suelos ligeros arenosos y ricos en materia orgánica. La sandía requiere de luminosidad, calor y una buena humedad en la tabla 2, se detalla los requerimiento edafoclimáticos del cultivo de sandía (Escolana, Alvarado, Mornardes, Urbina, y Martin, 2009).

El cultivo de sandía exige altas temperaturas, siendo su la óptima de 20 a 25 °C, lo que hace que la semilla germine en el transcurso de 5 a 7 días. Si la temperatura del suelo es inferior a 15 °C, se dificulta la germinación. La temperatura óptima para el desarrollo de la planta oscila entre 25 a 28 °C. En cuanto a la floración la temperatura óptima fluctúa alrededor de los 20 °C. Durante la maduración de frutos, la sandía prefiere temperaturas por encima de los 20 °C (Rodríguez, 2017).

La humedad relativa óptima para el cultivo de sandía esta entre 60 a 75 %. Cuando existe exceso de humedad ambiental, provoca el aumento de enfermedades(Camacho, 2000).

La luminosidad influye en el fotoperiodo, es decir, en la reacción e influencia que tiene la duración del día sobre las plantas y principalmente en la etapa de floración. Para la sandía no tiene gran importancia la

duración del día. Una iluminación débil favorece el ahilamiento en semilleros y la iluminación intensa incrementa, el número de flores y la precocidad en la maduración de los frutos (Maroto et al., 2002).

Tabla 3. Factores edafoclimáticos adecuados para el cultivo de sandía

Factor edafoclimático	Descripción
Suelos	Franco arenoso, ligeros y fértiles
Clima	Cálido y templado
Precipitación	1000 a 2000 mm
pH	5,5 a 7,0
Temperatura	15 a 18 °C
Humedad relativa	70 a 90 %
Pendiente	Hasta 25 %
Zonas adecuadas	Valles

Fuente: Maroto (2002).

3.2.6 Labores culturales

3.2.6.1 Preparación del suelo

Es necesario realizar una buena preparación del terreno, para lograr una buena cosecha de sandía. En suelos poco profundos se efectúa las labores de manera superficial, en ocasiones solo es preferible la utilización de la rastra (Rodríguez, 2017).

3.2.6.2 El arado

En suelos superficiales deben profundizarse gradualmente hasta lograr la profundidad adecuada, se debe evitar el volteo del subsuelo a la

superficie. La profundidad del arado para la sandía varia de 20 a 30 cm (Reche, 2000).

3.2.6.3 Abonado de fondo

El abonado depende en gran medida del análisis de suelo y de la fertilización que se hizo al cultivo anterior. La sandía es una planta exigente en elementos minerales. En esta etapa se debe aplicar todo el fosforo, potasio y un 1/3 de nitrógeno, más 10 toneladas de estiércol semidescompuesto (Rodríguez, 2017).

3.2.6.4 Trasplante

Las plantas que provienen del vivero o semillero deben colocarse de forma que, el cepellón que en contacto con el suelo, cubriendo con humus y/o arena, y el injerto quede por encima de tapado, para evitar problemas de *Fusarium sp* (Camacho, 2000).

3.2.7 Manejo del cultivo

3.2.7.1 Riego

Realizar un riego ligero antes de la siembra o plantación, después dar un riego pesado después del trasplante, para que las plantas se extiendan y desarrollen un buen sistema radicular. Asimismo se debe controlar los aportes de agua y fertilizantes, evitando que pueda darse un excesivo

desarrollo vegetativo y una escasa floración y cuajado de frutos. La sandía es muy exigente en humedad cuando está en crecimiento el fruto, sin embargo, al inicio de la maduración se reduce el volumen de agua al suelo (Crawford, 2017).

El volumen total de agua dependen del número de riegos y del tipo de suelo, del estado vegetativo de la planta y el clima, pueden variar los volúmenes de 2 000 a 3 000 m³/ha. En épocas frías se distancian algunos días, no sobrepasando la semana entre uno y otro riego, aplicando de 1 a 3 l/planta. En temporadas cálidas, los riegos se realizan diariamente, dependiendo del tipo de suelo, aplicando entre 4 a 8 litros/ha (Maroto, 1992).

3.2.7.2 Poda

Con ello se intenta controlar el crecimiento de la planta, reduciendo el número de brotaciones y consiguiendo mantener la vegetación precisa para el desarrollo de los frutos, eliminando, al mismo tiempo, órganos improductivos (Crawford, 2017).

3.2.7.3 Fertilización

La sandía es un cultivo exigente en nutrientes, se recomienda que la fertilización pueda ser aplicada en bandas o a chorrillo al momento de la siembra y/o trasplante o cuando las plantas empiecen a emitir guías. El

cultivo de sandía extrae 150 a 200 de N; 150 kg/ha de P₂O₅; 250 a 450 kg/ha de K₂O y 25 a 30 kg/ha de MgO, para una producción de 40 a 60 toneladas/ha (Tancara, 2009).

3.2.7.4 Plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades que atacan a la sandía son numerosas, la severidad de su ataque varía con las condiciones ambientales del lugar donde se cultiva, de la variedad y especie de planta (Camacho y Fernández, 2000).

Plagas

Entre las plagas más importantes que atacan al cultivo de sandía se tienen las siguientes:

Nematodos (*Meloidogyne spp.*). Provocan nodulaciones en las raíces de algunas cucurbitáceas, debilitando la planta. El control se lo realiza con nematicidas. Una rotación con gramíneas por dos o tres años disminuye la población de nematodos (Gázquez, 2015).

Araña roja (*Tetranychus urticae*). Se alimenta de la savia y causa manchas en las hojas ensanchándose y secándose pierden su matiz verde. La arañita roja se aloja en el envés de la hoja, se controla con la

aplicación de acaricidas. La aplicación se hace en cuanto aparecen los primeros síntomas (Escolana et al., 2009).

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*). Extrae la savia debilitando la planta. Las moscas pueden infestar la planta desde su nacimiento, estos insectos se localizan en el envés de la hoja. Se combate con químicos aplicando cuando aparecen los primeros insectos.

Barrenador de la guía y del fruto (*Diaphania nitidalis*). Las larvas atacan los tallos y el fruto. El control es químico con aplicaciones foliares en cuanto se localicen las primeras larvas o al aparecer las primeras perforaciones. Generalmente las larvas se ubican en el ápice de la planta (Camacho, 2000).

Enfermedades

Fusarium (podrición de la raíz). Ataca al ras del suelo. Inicia con una podrición suave negruzca. Este hongo llega a la planta en la semilla del fruto.

Oídium (*Sphnerotecu fuliginea* y *Erysiphe cichoracearuni*). En las hojas aparecen manchas blancuzcas polvosas que llegan a extenderse hasta cubrirlas completamente. Después, las manchas adquieren un color gris ocasiona la reducción del desarrollo de la planta (Crawford, 2017).

Enfermedades virosas

Mosaico de las cucurbitáceas: Las hojas se presentan moteadas de verde amarillo. Son pequeñas y deformes. Se acorta la distancia entre nudos, presentándose plantas enanas. La producción de frutos se reduce, los pulgones y posiblemente la diabrótica trasmite el virus (Crawford, 2017).

Fisiopatías

Rajado del fruto. En el fruto pequeño se produce por exceso de humedad ocasionada por cambio de temperatura brusco o mala ventilación.

Aborto de frutos. Puede ser ocasionado por excesivo vigor de la planta, auto aclareo de ésta, mal manejo de abonado y riego, elevada humedad.

Asfixia radicular. Hay aparición de raíces adventicias y marchites general de la planta por un exceso de humedad que provoca ausencia de oxígeno en el suelo. Está influenciada por el suelo demasiado arcilloso y mal drenado, alta salinidad, elevada humedad ambiental, mal manejo en el riego (Gázquez, 2015).

3.2.8 Cosecha

Según Gázquez (2015) generalmente esta operación es llevada a cabo por especialistas, guiándose por los siguientes síntomas externos:

El zarcillo del pedúnculo del fruto está completamente seco o la primera hoja situada por encima del fruto está marchita. Al golpear el fruto con los dedos se produce un sonido sordo.

Cuando al oprimir el fruto entre las manos se oye un sonido claro como si se resquebrajase interiormente y al rayar la piel con las uñas, ésta se separa fácilmente. La “cama” del fruto toma un color amarillo marfil.

La capa cerosa (pruina) que hay sobre la piel del fruto ha desaparecido. El fruto ha perdido el 35 a 40 % de su peso máximo. La recolección se la hace por la mañana cortando con navaja y dejando de 2 a 3 cm del pedúnculo.

3.2.8.1 Recomendaciones para mantener la calidad en Post-cosecha

Calidad: Frutos simétricos y uniformes y la apariencia de la superficie cerosa, brillante y sana. Temperatura Óptima. 10 a 15°C, humedad relativa óptima. 85 a 90 %. Efectos del etileno provoca pérdida de firmeza y calidad comestible (Reche, 2000).

3.3 Injerto en sandía

El fin primordial del injerto en el cultivo de sandía es obtener resistencias a enfermedades del suelo y, por tanto, posibilitar el cultivo de ciertas especies en aquellos suelos que harían ese cultivo imposible.

El injerto es la unión de dos porciones de tejido vegetal viviente de modo que se unan, crezcan y se desarrollen como una sola planta (Hartman y Kester, 2001).

Las finalidades del injerto pueden ser muy diversas, según (Hartman y Kester, 2001) son:

Perpetuar clones que no pueden mantenerse con facilidad con otros procedimientos de multiplicación. Cambiar los cultivares de plantas ya establecidas. Acelerar la madurez reproductora de selecciones de plántulas obtenidas en programas de hibridación. Obtener formas especiales de crecimiento de las plantas. Estudiar enfermedades virales. Obtener beneficios de ciertos patrones.

Se ha utilizado el injerto de sandía como método de multiplicación de sandía sin semilla. Los brotes obtenidos de la germinación in vitro de semillas triploides, después de su multiplicación se injertan sobre

patrones resistentes para producir plantas clonales listas para trasplantar (Miguel y Borrego, 1996).

El injerto, como método de lucha contra patógenos del suelo, tiene como finalidad evitar el contacto de la planta sensible con el agente patógeno. La variedad a cultivar se injerta sobre una planta resistente perteneciente a otra variedad, otra especie u otro género de la misma familia (Orrala, Herrera, Arzube, y Pozo, 2016). El portainjertos resistente permanece sano y proporciona una alimentación normal a la planta, a la vez que la aísla del patógeno. En la mayoría de los casos se deja el sistema radicular del portainjertos y la parte aérea de la variedad.

Varios experimentos de injerto, incluyendo distintas combinaciones de plantas sensibles y resistentes a *Fusarium oxysporum*, indican que la resistencia está ligada con el conjunto raíz-hipocotilo, más bien que con el tallo y las hojas, y la susceptibilidad necesita de la existencia del patógeno en el hipocotilo y parte baja del tallo. En la combinación variedad sensible injertada sobre patrón resistente (S/R) no hay síntomas de enfermedad a causa de la limitada invasión radicular. Si se infectan raíces adventicias de la variedad, se manifiesta la enfermedad porque el parásito llega a colonizar la parte baja del tallo. En las combinaciones S/S (Sensible/Sensible) o R/S (Resistente/Sensible), cuando se efectúan

inoculaciones a la raíz se produce una extensa colonización en el portainjertos sensible. Cuando se inocula el tallo en una combinación S/S no se produce una infección tan intensa como cuando se inocula la raíz, lo que demuestra la necesidad de la presencia del patógeno en la raíz para que se manifiesten con toda su intensidad los síntomas de la enfermedad. Cuando se injerta por aproximación una variedad sensible y una resistente y se inocula el tallo de la resistente, la variedad sensible no muestra síntomas de enfermedad a menos que el hongo se propague hacia abajo hasta el hipocotilo de la variedad sensible (González et al., 2008).

3.4 Densidades de siembra

Feltrim et al. (2011), manifiesta que, se llama densidad de siembra a la medida que establece la cantidad de plantas que se cultivan en un espacio determinado. La densidad de siembra es significativa en la productividad. Pero si bien elevar la densidad de siembra puede beneficiar, no siempre es recomendable. Las condiciones necesarias para definir adecuadamente la densidad de siembra:

El tipo de cultivo

La fertilidad del suelo

La disponibilidad de agua

El tipo de riego

Las condiciones sanitarias del cultivo

Los recursos económicos disponibles

Trabajos realizados en la Universidad Agraria La Molina (2000), dieron como resultado que la densidad de siembra puede ser modificada por factores como el cultivar, la época de siembra, fertilización, sistema de riego, sistema de conducción del cultivo. Se presenta los siguientes distanciamientos:

Distanciamiento entre surcos.

Según el número de hileras por surco.

El distanciamiento entre golpes.

Por número de plantas por golpe.

Se da el distanciamiento entre plantas cuando se acostumbra dejar solo una planta por golpe. Estos datos están referidos a monocultivos.

Maroto et al. (2002), manifiesta que la densidad de plantación es la, separación entre líneas y entre plantas, y depende de varios factores:

Sistema de riego, fertilidad del suelo, época de plantación, y uso de la técnica del injerto.

Maroto (2002), la densidad de la plantación influye en la producción y el tamaño del fruto y en mucha mayor medida sobre el número de frutos y la producción por planta.

La densidad de plantación para la sandía, oscila entre los 4 000 a 5 000 plantas/ha con planta sin injertar y 2 500 a 3 000 plantas/ha si están injertadas. Con estas últimas se generaliza el marco de 4,0 x 1,0 m para la mayoría de plantaciones y de 3,0 x 1,0 m exclusivamente en las muy tempranas.

Estación Experimental las Parmerillas (2000), propone densidades de plantación más comunes en sandía injertada son los de 2,0 x 2,0 m y 4,0 x 1,0 m. El primero tiene el inconveniente de que cubre la superficie muy pronto, antes de que se hayan desarrollado las flores femeninas, ya que éstas aparecen a partir de la quinta o sexta coyuntura. El segundo marco es apropiado, ya que permite mejor aprovechamiento de agua y nutrientes y el descanso del terreno y un ahorro en la colocación de materiales de semiforzado.

Camacho y Fernández (2000), señalan que, la densidad de siembra de sandía es de 2500 plantas/ha; a distancia de siembra 2,0 x 2,0 m o 1,0 x 4,0 m.

Reche (2000), enuncia que, los marcos de siembra bajo invernadero, que han de oscilar entre 2,0 a 3,0 m entre líneas y de 0,75 y 1,0 m entre plantas, no siendo aconsejable marcos más estrechos. Igualmente, con plantas injertadas en calabaza el desarrollo radicular es mayor, por lo que se aumenta, el marco de plantación.

Russell (1964), determina que la distancia recomendada para la siembra es de 2,0 a 2,5 m entre surcos y de 2,0 m entre plantas.

Chamorro y Gallegos (2012), manifiestan que, la densidad de siembra es de 4,0 m entre hileras y 1,5 entre plantas. La cantidad de semillas utilizadas es de 3,0 a 4,0 kg/ha.

Según Sarli, citado por Oña (1985), la siembra se realiza en surcos a 2,5 m de distancia y entre plantas a 2,5 m la cantidad de semilla empleada por hectárea es de 2,0 a 3,0 kg.

López et al. (2011), concluyen en su investigación realizada en sandía híbrido. Tri-X 313" que, las densidades de plantación evaluadas (en hileras a 2,0 m de separación con plantas espaciadas a 1,25, 1,55 y 2,00

m) no influyeron sobre la producción de sandía sin injertar. Sin embargo, las plantas injertadas mostraron una disminución del rendimiento por superficie con respecto de aquellas sin injertar, el peso promedio del fruto se incrementó en un 10 % con el espaciamiento a 2,00 m. Asimismo, el número de frutos por planta disminuyó significativamente a medida que el espacio era menor. Los resultados en sandía injertada no fueron positivos por unidad de superficie; sin embargo, se obtuvo mayor producción por planta a menor densidad de plantación (mayor espaciamiento). Dado el incremento en los costos de producción al utilizar plantas injertadas, existe ventaja en el uso de mayor espaciamiento, pudiéndose usar hasta 50% menos densidad de plantación que en sandía, sin afectar la producción y la calidad del fruto. En cuanto se refiere a la concentración de sólidos solubles tampoco se encontró diferencia entre tratamientos.

Betrones (1996), indica que, en experiencias realizadas en los años 1982, 1983 y 1984 en Algemés (Valencia) por el Dr. Miguel y colaboradores, para conocer el efecto de la densidad de plantación en la producción de sandía injertada, no se observó, en ninguno de los tres años, diferencias significativas de producción entre las distintas densidades de plantación (entre 4 000 y 7 000 plantas/ha.).

La producción por planta va relacionada con la densidad de plantación. A mayor densidad, menor producción unitaria. Se debe al tamaño del fruto pero sobre todo al número de frutos recolectados por planta. A mayor densidad de plantación, menor tamaño del fruto, aunque a veces las diferencias no son significativas. En todos los casos observados la reducción de tamaño, en caso de producirse, es ligera, del 10 a 15% en peso. Además, el mismo autor dice que en las condiciones estudiadas, una densidad de 4 000 plantas/ha. Es suficiente para garantizar una producción similar; en la mayor parte de los casos, a la obtenida con 7 000 plantas/ha. Estos datos suponen utilizar un 60 a 70 % de plantas con respecto al número de plantas que se emplean sin injertar.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación efectuado es de tipo experimental

4.2 Ubicación del campo experimental

El presente trabajo experimental se realizó en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones” (CEA III) de propiedad de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna, se encuentra ubicada a $17^{\circ}59'38''$ de latitud Sur y $70^{\circ}14'22''$ de longitud Oeste, a una altitud de 508 msnm.

4.3 Análisis de suelo del campo experimental

El análisis físico químico se realizó en laboratorio de servicios químicos de la ciudad de Arequipa cuyos resultados se muestran en la tabla 4.

Dentro de las principales características físicas químicas que presenta el suelo, se tiene un suelo de textura franco arenoso. Siendo las características agrícolas de estos suelos en general, adecuado para el

desarrollo de diferente clase de cultivos y son suelos muy productivos si se los maneja correctamente. Su capacidad de retención de humedad es moderada y su riqueza en nutrientes en general es satisfactoria, variando el mismo de acuerdo a su contenido de arcilla y materia orgánica. El pH es una medida de la acidez o alcalinidad del suelo, el pH ha sido clasificada como fuertemente ácido, el mejor pH para la mayoría de las plantas oscila entre 6,7 a 7,2, es decir neutro. El pH influye especialmente sobre la disponibilidad de nutrientes (fósforo, potasio, fierro, cobre, boro) que hay en el suelo para que lo puedan tomar las raíces de las plantas a esto se llama solubilidad y todo depende del pH (Osorio, 2012). Se ha observado en la determinación común, que para pH menores a 5,5 se puede sospechar la presencia de aluminio intercambiable, aunque esto es más probable cuando el pH es igual o inferior a 4,5. Los suelos fuertemente ácidos tienen valores de pH menores a 5,5 y presentan a su vez problemas de toxicidad por aluminio, hierro y manganeso, toxinas orgánicas y un escaso aprovechamiento de nitrógeno y boro por las plantas (Castellanos, 2000).

La conductividad eléctrica nos mide la cantidad total de sales solubles, la muestra ha sido clasificada como moderadamente salino. El Nitrógeno es bajo, en tanto que en los casos del fósforo y el potasio es alto.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) fue baja, esta es una propiedad del suelo que se relaciona con la disponibilidad de nutrientes para la planta y es una medida de la fertilidad potencial del suelo (Osorio, 2012).

Tabla 4. Análisis físico químico de suelo del campo experimental

Cualidades generales		
Textura	F	Franco Arenoso
Arena	55,8	%
Limo	14,6	%
Arcilla	29,6	%
Calcáreos		
CaCO ₃	0,00	%
pH	4,77	
C.E. (sales)	1,66	mS/cm
Nutrición principal		
Materia orgánica	1,34	%
N (total)	0,07	%
P	16,45	ppm
K	540	ppm
CIC	10,9	meq/100
Ca ⁺⁺	6,31	meq/100
Mg ⁺⁺	1,28	meq/100
K ⁺	1,05	meq/100
Na ⁺	0,26	meq/100

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos y Servicios E.I.R.L. Arequipa – 2016

4.4 Condiciones meteorológicas

Los datos mostrados en la tabla 5, son los obtenidos en la estación principal Jorge Basadre Grohmann, se observa que las temperaturas máximas mensuales registradas durante la etapa del experimento, las cuales estuvieron dentro de los rangos normales requeridos por la sandía, cuya temperatura mínima se registró durante el mes de abril con 24,10 °C

en la etapa de producción de las plantas, la temperatura máxima se registró en el mes de enero con 28 °C durante el periodo de prefloración y floración del cultivo de sandía, según Escolana et al. (2009), la sandía no soporta bajas temperaturas y se desarrolla muy bien en climas cálidos y secos. La humedad relativa registrada durante la etapa del experimento, las que presentaron dentro de los rangos normales requeridos por el cultivo que van de 60 a 80 %, cuya humedad mínima se registró durante el mes de diciembre con 85,70 % dentro del ciclo del cultivo, el valor máximo se registró en los meses de enero, febrero, marzo y abril con 86 % durante el crecimiento de la planta, crecimiento y maduración del fruto. Según (Camacho, 2000), la humedad relativa juega un papel muy importante, requiere de una estación prolongada de la misma y es vital para el control de enfermedades criptogámicas que se presentan en el cultivo.

Tabla 5. Datos meteorológicos durante la ejecución de la investigación

Meses	Temperatura		Humedad Relativa (%)	Precipitación mm	Heliofanía (h/s)
	máxima	mínima			
Septiembre	24,0	9,0	76,50	7,00	5,20
Octubre	25,0	12,0	73,60	0,00	9,90
Noviembre	27,0	13,0	70,00	0,00	9,90
Diciembre	28,0	13,0	66,80	1,60	8,30
Enero	26,5	16,5	66,80	0,30	6,60
Febrero	27,9	16,7	66,00	0,40	9,70
Marzo	27,0	15,6	70,50	0,00	9,80

Fuente: Elaboración propia

4.5 Material experimental

Como material experimental se utilizó la sandía variedad Riverside, cuya procedencia fue de la empresa semillera Origene Seeds, injertadas en el portainjerto RS1 (*Cucurbita moschata*).

4.5.1 Características de la variedad

Variedad híbrida Riverside: Excelente rendimiento con alto porcentaje de primeras, muy buena vida post cosecha, soporta transporte a largas distancias, forma oblonga, peso entre 9 a 11 kg, cáscara verde oscura, pulpa de color rojo intenso y sabor dulce 11 a 12 (°brix), de textura suave y crujiente.

4.5.2 Características del portainjerto RS1 (*Cucurbita moschata*)

Presenta una buena compatibilidad y afinidad con las plantas de sandías, resistencia a Fusarium, tolera la salinidad y bajas temperaturas, incrementa los rendimientos brindando un vigor a las plantas de sandía (Seminis, 2017).

4.6 Tratamientos en estudio

Distanciamientos entre plantas, en metros.

t₁ : 0,80 m

t₂ : 1,15 m

t₃ : 1,50 m

Tabla 6. Tratamientos de estudio y densidad de plantación

Tratamiento	Distanciamiento entre plantas	Distancia entre hileras	Densidad de plantas/ha
t ₁	0,80 m	3 m	4 166
t ₂	1,15 m	3 m	2 898
t ₃	1,50 m	3 m	2 222

Fuente: Elaboración propia

4.7 Variables evaluadas

4.7.1 Longitud de planta

La medición de longitud de planta se realizó con una cinta métrica de 5 metros, antes de la cosecha, se tomaron 10 plantas al azar para esta variable y se expresó en cm.

4.7.2 Peso promedio de frutos (kg)

Luego de la cosecha de los frutos de cada unidad experimental se realizó el pesado de 10 frutos tomados aleatoriamente, para evaluar esta variable se utilizó una balanza de precisión.

4.7.3 Diámetro polar (cm)

Luego de la cosecha se tomaron 10 frutos elegidos aleatoriamente por cada tratamiento midiendo y obteniendo el valor promedio correspondiente.

4.7.4 Diámetro ecuatorial (cm)

Al igual que en el ítem previo, luego de la cosecha se tomaron 10 frutos elegidos aleatoriamente por cada tratamiento midiendo y obteniendo el valor promedio correspondiente.

4.7.5 Rendimiento de fruto (t/ha)

Para el rendimiento de fruto se evaluó durante la cosecha, registrándose el peso de frutos de cada unidad experimental, y luego se llevó el peso total para una hectárea, expresando finalmente el rendimiento de toneladas por hectárea.

4.7.6 Sólidos solubles (°brix)

Esta evaluación se realizó durante la cosecha para determinar el contenido de azúcar que presentaron los frutos de cada unidad experimental. Para esta variable se tomaron 10 frutos al azar. El instrumento que se utilizó fue un refractómetro.

4.8 Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con tres repeticiones.

4.9 Características del campo experimental

4.9.1 Características de la parcela experimental

Largo: 24,0 m

Ancho: 18,0 m

Área total: 432,0 m²

4.9.2 Características de los bloques

Largo: 6,0 m

Ancho: 24,0 m

Área total: 144,0 m²

4.9.3 Características de la unidad experimental

Largo: 6,0 m

Ancho: 6,0 m

Área total: 36,0 m²

Número de filas: 2

Distancias entre filas: 3 m

4.10 Aleatorización del campo experimental

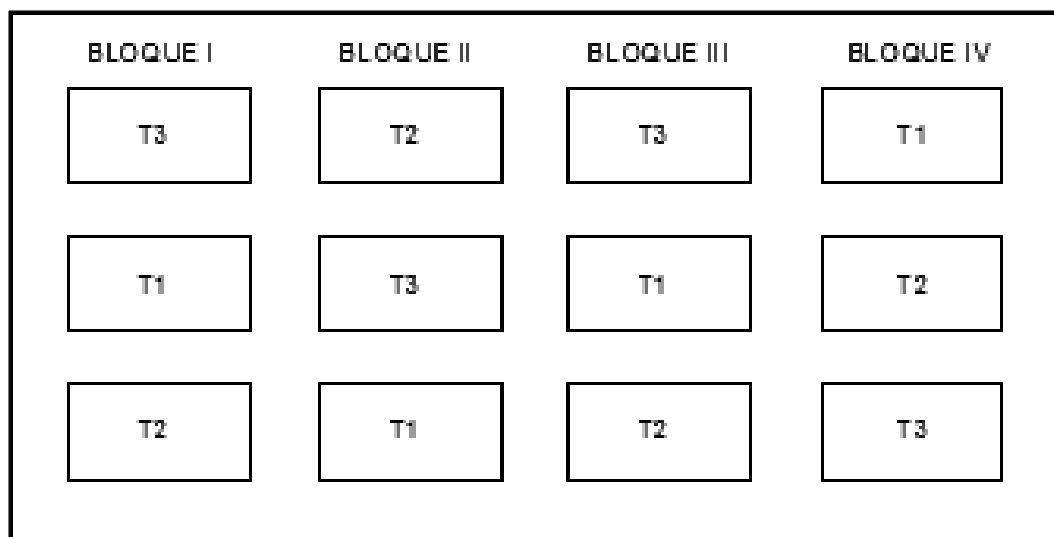


Figura 1. Aleatorización del de los tratamientos en el campo experimental

Fuente: Elaboración propia

4.11 Análisis estadístico

El análisis estadístico de resultados se realizó utilizando la técnica del análisis de varianza, la prueba estadística fue la F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01. Adicionalmente, se utilizó el análisis de regresión para determinar el distanciamiento de siembra adecuado, ajustando a una función de respuesta.

4.12 Conducción del experimento

4.12.1 Trazado del campo experimental

Consistió en realizar el marcado del campo, de acuerdo al diseño experimental planteado: delimitando el área experimental, bloques y unidades experimentales.

4.12.2 Muestreo de suelo

Se procedió a tomar la muestra del suelo antes de la incorporación del estiércol (vacuno), las su muestras se tomaron a una profundidad de 0,30 m, se uniformizó hasta obtener un kilogramo, y se envió al laboratorio para su análisis físico químico.

4.12.3 Preparación del terreno

Para ejecutar el presente trabajo de investigación se obtuvo a disposición un área de 480 m², que previamente fue limpiada eliminando las malezas herbáceas que se encontraban en el campo. Luego que el terreno estuvo totalmente limpio se realizó la incorporación de la materia orgánica (estiércol de vacuno), junto a todo el fosforo, potasio y un tercio del nitrógeno.

4.12.4 Abonado de fondo y fertilización

Se incorporaron 10 toneladas de estiércol de vacuno, todo el fósforo, potasio y un 1/3 del nitrógeno. La fórmula de fertilización que se utilizó fue de 150-100-180 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O. La segunda fertilización de N (1/3) se realizó cuando las plantas empezaron a emitir guías y la aplicación del último 1/3 de N se realizó después del cuajado de frutos.

4.12.5 Almacigo

El almacigo se compró del vivero “El Chato”, ubicado en el distrito de la Yarada - Los Palos, estas se injertaron sobre el portainjerto *Cucúrbita moschata* L.

4.12.6 Trasplante

El trasplante se realizó transfiriendo las plántulas de las bandejas de almacigo al campo definitivo.

4.12.7 Riego

Esta labor se realizó de acuerdo a las exigencias del cultivo que estuvo en función del tiempo y fue de manera continua para mantener la humedad necesaria, y asegurar un buen crecimiento y desarrollo de las plantas. El sistema de riego utilizado fue por goteo.

4.12.8 Resiembra

Esta labor se realizó a los 5 días después del trasplante, con la finalidad de mantener la población de manera uniforme.

4.12.9 Guiado

Esta actividad consistió en mover y distribuir las guías de tal manera que se pueda evitar la dispersión inadecuada de las mismas. Esta operación se realizó antes de la floración.

4.12.10 Deshierbos

Esta labor se realizó a los 21 días después del trasplante, las demás se ejecutaron según del desarrollo de estas en el campo, la finalidad del deshierbado es mantener las parcelas libres de malezas quienes compiten con el cultivo por espacio, agua y nutrientes.

4.12.11 Control fitosanitario

Se realizó después de hacer una evaluación de la presencia de estas en el campo, y se controlaron aplicando los siguientes productos:

A. Plagas

Las plagas que se presentaron fueron: Gusanos cortadores (*Agrotis sp.* y *Feltia sp*) se controló aplicando Tifón 4E, a razón de 200 – 300 ml/cil; Mosca minadora (*Lyriomiza huidobrensis*) se controló con Trigard 75 WP

a una dosis de 7 g / 20 litros y Furia CE a razón de 75 a 150 ml/200 litros; y para Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) se aplicó Confidor Forte a una dosis de 40 ml/100 litros de agua y Lancer a 10 ml/20 litros; para el Barrenador de los frutos y guías (*Diaphania nitidalis*) se aplicó Regent a razón de 100 a 120 ml/cil. Baytroide EC 100 a razón de 100 a 120 ml/cil

B. Enfermedades

Oidiosis (*Erysiphe cichoracearum*) se realizó aplicaciones de azufre polvo mojable Kumulus a razón de 1 kg/cil (preventivo) y Topas 100 a 120 ml/cil.

4.12.12 Cosecha

Se realizó a los 120 días después de la siembra, las características que determinaron la madurez son: bráctea y zarcillo seco, sonido característico a golpearlo, los bellos del pedúnculo caen y éste se pone más delgado. Al momento de la cosecha se dejó una porción pedúnculo al fruto de unos 5 cm para evitar la penetración de patógenos a la pulpa.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Longitud de planta (cm)

Tabla 7. Análisis de varianza para la longitud de planta de sandía, var. Riverside

Fuente	GL	SC	CM	Fc	F α		
					0,05	0,01	
Tratamientos	2	0,2379	0,1190	4,80	5,14	10,92	ns
Bloques	3	0,2206	0,0735	2,97	4,76	9,78	ns
Error	6	0,1488	0,0248				
Total	11	0,6073					

C.V = 3,37%

ns = No significativo

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza de la longitud de planta (tabla 5), indica que no existen diferencias estadísticas entre los bloques. Para los tratamientos no se encontró diferencias estadísticas; es decir que, no hay diferencias reales entre sus promedios son estadísticamente similares (considerando un nivel de significancia estadística del 5 %). El coeficiente de variación fue de 3,73 % se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos en campo; por lo tanto, los datos son confiables.

Alarcón y Mendoza (2014), en su investigación, para los distanciamientos observó que el mayor valor lo obtuvo t_1 (0,70 m x 4 m) con 1,48 frutos por planta, el menor lo experimento el t_2 (0,80 m x 4 m) con 1,27 frutos, siendo estos resultados inferiores a los obtenidos en la presente investigación.

5.3 Peso de fruto (kg)

Tabla 9. Análisis de varianza para peso de fruto de sandía, var. Riverside

F. de V	GL	SC	CM	Fc	F α		
					0,05	0,01	
Tratamientos	2	8,90792	4,45396	8,13	5,14	10,92	*
Bloques	3	1,30409	0,434697	0,79	4,76	9,78	ns
Error	6	3,28568	0,547614				
Total	11	13,4977					
C.V = 10,01 %		* = Significativo		ns = No significativo			

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza de peso de frutos (tabla 7), no se observa diferencias estadísticas entre bloques, lo que indica que el campo experimental fue homogéneo. Sin embargo, con respecto a los tratamientos se encontraron diferencias estadísticas significativas, por lo que se infiere que los distanciamientos de siembra influyeron en la expresión de la variable peso de fruto de la var. Riverside. El coeficiente

de variación de 10,01 % se encuentra en el rango de aceptación para experimentos en condiciones de campo.

La significación estadística para tratamientos, nos indica que se debe realizar el análisis de regresión.

Tabla 10. Análisis de varianza de regresión de peso de frutos de sandía, var. Riverside

F. de V	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Regresión	1	8,71531	8,71531	18,22	**
Error	10	4,78238	0,478238		
Total	11	13,4977			

R² = 64,57 % ** = Altamente significativo

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza de regresión de peso de fruto, se presenta en la tabla 8, el que resulto con alta significación estadística, lo que indica que el modelo utilizado es acertado para conocer el efecto del distanciamiento de siembra en la expresión del peso de fruto de la sandía variedad Riverside. El coeficiente de determinación R² indica que el 64,57 % de la variación de peso de fruto de sandía, obedece a los distanciamientos de siembra.

Para una mejor evaluación de los resultados, se procedió a realizar la prueba de significancia individual de los estimadores de regresión.

Tabla 11. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de peso de fruto de sandía, var. Riverside

Predictor	Coefficiente	Tc	Significancia
Constante	3,9647	4,78952	**
Lineal	2,9821	4,26893	**

Fuente: Elaboración propia.

Puede apreciarse en la tabla 11, que ambos estimadores influyen significativamente en el modelo; el cual se ajustó a una función lineal, cuya ecuación es la siguiente:

$$\hat{Y} = 3,9647 + 2,98214X$$

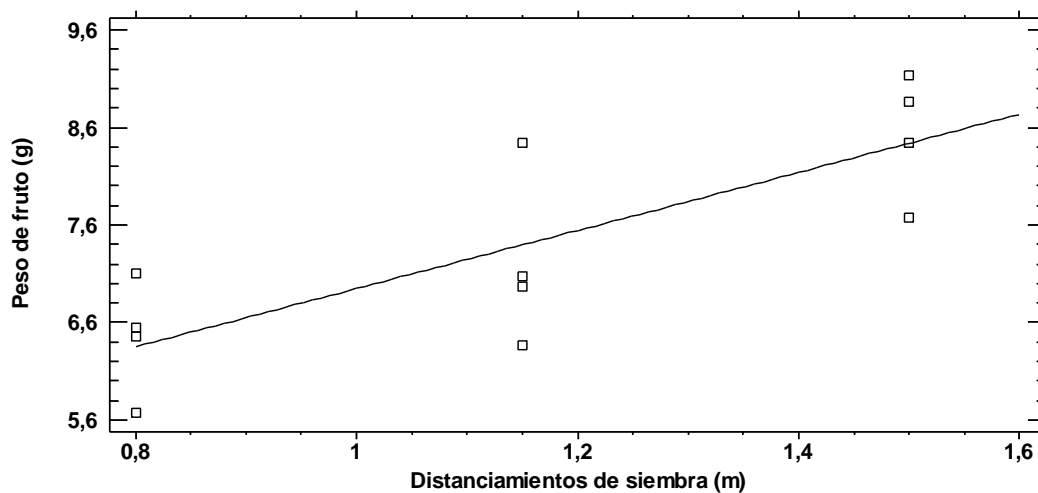


Figura 2. Regresión lineal de peso de fruto con respecto al distanciamiento de siembra

Fuente: Elaboración propia

distanciamientos de siembra no influyeron en la variable diámetro polar de fruto de sandía variedad Riverside. El coeficiente de variación de 4,75% se encuentra en el rango de aceptación para experimentos en condiciones de campo.

5.5 Diámetro ecuatorial de fruto (cm)

Tabla 13. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de fruto de sandía, var. Riverside

F.V.	GL	SC	CM	Fc	F α		
					0,05	0,01	
Tratamiento	2	14,652	7,326	3,82	5,143	10,92	ns
Bloque	3	2,311	0,77	0,402	4,757	9,78	ns
Error	6	11,507	1,918				
Total	11	28,47					

C.V = 5,43 %

ns = No significativo

Fuente: elaboración propia

En la tabla 13, el análisis de varianza de diámetro polar de fruto de sandía, indica que no se encontraron diferencias estadísticas entre bloques, al mismo tiempo para los tratamientos no se encontraron diferencias estadísticas significativas, por lo que se deduce que los distanciamientos de siembra no influyeron en la variable diámetro ecuatorial de fruto de sandía variedad Riverside. El coeficiente de variación de 5,43% determina la alta homogeneidad de los resultados.

Huaman (2009), en su investigación sobre el efecto del distanciamiento de siembra en *Citrullus lanatus* Th "sandía", híbrido F1 Cherleston Gray en Zungarococha-Iquitos, obtuvo que el distanciamiento de siembra (4 m x 4 m), logró el mayor diámetro ecuatorial con 50,05 cm y el distanciamiento que obtuvo el menor diámetro con 24,12 fue el distanciamiento (4 m x 1 m), estos resultados son superiores a los obtenidos en la presente investigación, ya que el mayor promedio lo obtuvo el distanciamiento entre plantas 1,50 m con 37,62 cm.

5.6 Sólidos solubles totales (°brix)

Tabla 14. Análisis de varianza de sólidos solubles de la sandía, var. Riverside

F. de V	GL	SC	CM	Fc	F α		
					0,05	0,01	
Tratamientos	2	1,433	0,716	0,540	5,14	10,92	ns
Bloques	3	9,231	3,077	2,340	4,76	9,78	ns
Error	6	7,899	1,316				
Total	11	18,562					

C.V = 13,83 %

ns = No significativo

Fuente: elaboración propia

Los resultados del análisis de varianza de sólidos solubles del fruto de sandía (tabla 12), indica que no existen diferencias estadísticas entre bloques, además para los tratamientos no se encontraron diferencias estadísticas significativas, por lo que se concluye que los distanciamientos

de siembra no influyen significativamente en la variable sólidos solubles del fruto de sandía variedad Riverside. El coeficiente de variación de 13,86% nos permite ratificar la escasa heterogeneidad de los resultados.

5.7 Rendimiento total (t/ha)

Tabla 15. Análisis de varianza de rendimiento total de sandía, var, Riverside

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	F α		
					0,05	0,01	
Tratamiento	2	12,4	6,2	24,89	5,14	10,92	**
Bloque	3	2,98	0,99	3,99	4,76	9,78	ns
Error	6	1,49	0,25				
Total	11	16,87					

C.V = 30,08 % **= Altamente significativo ns = No significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13, el análisis de varianza de rendimiento total de frutos de sandía, muestra que no se encontraron diferencias estadísticas entre bloques. Para los tratamientos se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas, por lo que se infiere que los distanciamientos de siembra influyeron en la variable rendimiento total de frutos de sandía variedad Riverside. El coeficiente de variación de 30,08% se encuentra en el rango de aceptación para experimentos en condiciones de campo.

Esto puede ser ratificado si analizamos que los resultados permiten afirmar que el menor promedio fue obtenido en el t_1 (0,80 m) que determinó un rendimiento de 45,83 t/ha; en tanto que el mayor promedio fue el generado en el t_3 (1,50 m) con 137,12 t/ha. Al respecto, Alarcón y Mendoza (2014) en su ensayo evaluación de tres híbridos de sandía (*Citrullus lanatus* Schrad) sometidos a diferentes distanciamientos de siembra (en época seca del 2013), registró el mayor rendimiento con el distanciamiento d_1 (0,70 x 4 m), con un promedio de 18,22 t/ha. Asimismo, para las interacciones sobresalió el tratamiento M_3D_1 (Orión; 0,70 x 4,00 m) con un valor promedio de 20,88 t/ha. Como puede apreciarse, estos resultados son inferiores a los que se alcanzaron en esta investigación. En lo que se refiere a la densidad poblacional más idónea en base a la cantidad de fruto, el que presentó el mejor comportamiento agronómico (en la mayoría de las variables estudiadas) fue el tratamiento 0,70 x 3,0 m.

Feltrim et al. (2011), en su investigación distancia entre plantas y dosis de nitrógeno y potasio en sandía sin semillas fertirrigada, indican que La productividad total y comercial de la sandía híbrido Shadow, disminuye linealmente con el aumento de la distancia entre plantas, estos resultados tienen concordancia con los resultados encontrados en esta investigación.

CONCLUSIONES

1. El distanciamiento de siembra no influyó en el rendimiento de fruto de sandía variedad Riverside. Sin embargo, el distanciamiento d_1 (0,80 m entre plantas x 3 m entre surcos), alcanzó un rendimiento de 45,83 t/ha. Asimismo el mayor peso de fruto se alcanzó con el distanciamiento d_3 (1,50 m x 3 m) con un promedio de 8,44 kg/fruto.
2. Para las variables longitud de plantas, número de frutos/planta, diámetro polar y ecuatorial de fruto y sólidos solubles, no presentaron diferencias estadísticas entre los distanciamientos utilizados en esta investigación.

RECOMENDACIONES

1. Para la Sandía (*Citrullus lanatus* Thanb), variedad Riverside, injertada en el portainjerto (*Cucurbita moschata* L). se recomienda usar el distanciamiento 0,80 m x 3 m, por obtener el mayor rendimiento que fue 45,83 t/ha.
2. Repetir el trabajo de investigación ampliando el espacio de exploración para determinar el distanciamiento adecuado en la producción de sandía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcón, M., y Mendoza, F. (2014). *Evaluación de tres híbridos de sandía (Citrullus lanatus Schrad) sometidos a diferentes distanciamientos de siembra. Época seca 2013*. Escuela Politécnica agropecuaria de Manabí.

Betrones, F. (1996). Estación Experimental de caja rural de Almería. Recuperado a partir de http://www.cajamar.es/servagro/sta/publicaciones/sandia/publ9708_revision.htm.

Camacho, F. (2000). *EL cultivo de la sandía*. Almería: Universidad de Almería.

Camacho, F., y Fernández, E. J. (2000). *El cultivo de sandía apirena injertada, bajo invernadero en el litoral mediterráneo español*. Madrid: Mundi - Prensa.

Castellanos, J. Z. (2000). *Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas*. (2 da. Ed). Guanajuato, México: Intagri.

Chamorro, G. de J., y Gallegos, C. M. (2012). *Efecto de tres sistemas de*

poda de formación y tres densidades de plantación en el comportamiento agronómico de sandía, variedad Charleston Gray (Citrullus lanatus Thunb.) en la zona de Caldera, Carchi. Universidad Técnica del Norte.

Crawford, H. (2017). *Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía.* Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

Escolana, V., Alvarado, P., Mornardes, H., Urbina, C., y Martin, A. (2009). *Manual de cultivo de sandía (Citrullus lanatus) y melón (Cucumis melo L.).* Santiago, Chile: Universidad de Chile.

Feltrim, A. L., Filho, A. B. C., Gonsalves, M. V., Pavani, L. C., Barbosa, J. C., y Cortez, J. W. M. (2011). Distancia entre plantas y dosis de nitrógeno y potasio en sandía sin semillas fertirrigada. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 46(9), 985-991.
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000900003>

Gázquez, J. C. (2015). *Técnicas de cultivo y comercialización de la sandía.* España. Recuperado a partir de Cajamar Caja Rural

González, F., Hernández, A., Casanova, A., Depestre, T., Gómez, L., y Rodríguez, M. G. (2008). El injerto herbáceo: alternativa para el

manejo de plagas del suelo. *Revista de Protección Vegetal*, 23(2), 69-74.

Hartman, H. T., y Kester, D. E. (2001). *Propagación de plantas: principios y prácticas*. México, DF: Editorial continental.

Huaman, J. C. (2009). *Efecto del distanciamiento de siembra en Citrullus lanatus Th «sandía», híbrido F1 Cherleston Gray en Zungarococha-Iquitos*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

López, J., Huez, M., Jiménez, J., Rodríguez, J. C., Garza, S., y Escoboza, L. F. (2011). Efecto de la densidad de plantación en sandía sin semilla injertada sobre bule (*Lagenaria siceraria* (Molina) Standl.). *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(11), 349-355.

Maroto, J. V. (1992). *Horticultura herbácea especial* (3 ed.). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Maroto, J., Miguel, A., y Pomares, F. (2002). *El cultivo de la sandía* (5 ed.). México: Ediciones Mundi-Prensa.

Maroto, J. V. (2002). *Horticultura herbácea especial*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Miguel, A., y Borrego, J. V. M. (1996). El injerto herbáceo en la sandía

(*Citrullus lanatus*) como alternativa a la desinfección química del suelo. *Producción y Protección Vegetal*, 11(2), 239-253.

Universidad Agraria La Molina. (2000). Programa de hortalizas. Recuperado a partir de www.lamolina.edu.pe/investigacion/.

Oña, I. (1985). *Métodos de cultivo y sistemas de poda en sandía (Citrullus vulgaris) en Apaquí, provincia del Carchi*. Universidad Central del Ecuador.

Orrala, N., Herrera, L., Arzube, M., y Pozo, L. (2016). Efecto de nematocidas biológicos y del portainjerto en la producción de sandía (*Citrullus lanatus* L.) en Ecuador. *Centro Agrícola*, 43(4), 36-41.

Osorio, N. W. (2012). pH del suelo y disponibilidad de nutrientes. *Rev. Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal*, 1(4), 1-4.

Estación Experimental las Parmerillas. (2000). . *Documentos técnicos agrícolas*. Recuperado a partir de [www.infoagro/cultivo de sandia.com](http://www.infoagro/cultivo_de_sandia.com).

Reche, J. (2000). *Cultivo intensivo de la sandía*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Rodríguez, E. P. (2017). *Manejo de sandía (Citrullus lanatus) tetraploide*

para producción de semilla. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Russell, L. (1964). *Producción de sandía en Guatemala.* Guatemala: Guatemala Instituto Agropecuario Nacional.

Tancara, A. (2009). *Niveles de nitrógeno y fósforo en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus) cultivar Klondike bajo riego RLAF. goteo.* Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

ANEXOS

Anexo 1. Promedios de longitud de planta (m) de sandía var. Riverside

Tratamiento	Bloques				Prom.
	I	II	III	IV	
T1	4,25	4,25	4,50	4,40	4,35
T2	3,60	4,00	4,15	4,35	4,03
T3	4,25	4,20	4,40	4,30	4,29

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Promedios de número de frutos por planta (Unid.) de sandía var. Riverside

Tratamiento	Bloques				Prom.
	I	II	III	IV	
T1	1,50	2,17	1,00	2,17	1,71
T2	1,63	2,88	2,38	1,38	2,06
T3	2,17	2,00	2,00	1,67	1,96

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Promedios de peso de fruto (kg) de sandía var. Riverside

Tratamiento	Bloques				Prom.
	I	II	III	IV	
T1	7,10	5,67	6,54	6,45	6,44
T2	7,08	6,96	8,45	6,37	7,21
T3	7,67	9,14	8,86	8,44	8,53

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Promedios de diámetro polar (cm) de frutos de sandía var. Riverside

Tratamiento	Bloques				Prom.
	I	II	III	IV	
T1	34,78	31,28	33,14	37,32	34,13
T2	37,04	35,02	35,02	35,92	35,75
T3	39,92	38,00	36,22	36,34	37,62

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Promedio de diámetro ecuatorial (cm) de fruto de sandía variedad Riverside

Tratamiento	Bloques				Prom.
	I	II	III	IV	
T1	24,24	22,92	24,36	25,44	24,24
T2	24,62	24,22	25,82	26,64	25,33
T3	26,82	28,96	25,28	26,66	26,93

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Promedios de sólidos solubles (°Brix) de frutos de sandía variedad Riverside

tratamiento	bloques				Prom.
	I	II	III	IV	
T1	11,50	9,20	7,00	7,30	8,75
T2	9,05	7,00	7,00	8,60	7,91
T3	8,40	8,10	7,60	8,80	8,23

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 7. Promedios de rendimiento /kg/ha) de frutos de sandía
variedad Riverside**

Tratamiento	Bloques				Prom.
	I	II	III	IV	
T1	24,54	25,39	24,96	25,52	25,10
T2	22,24	24,56	23,83	23,53	23,54
T3	22,12	22,63	22,34	23,48	22,64

Fuente: Elaboración propia