

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“PRODUCCIÓN DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* L.) cv. RIVERSIDE
SOBRE TRES PORTAINJERTOS BAJO CONDICIONES DE LA
MOLINA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERA AGRÓNOMA**

HELLEN ABIGAIL ORE PITTMAN

LIMA - PERÚ

2022

Document Information

Analyzed document	Tesis - Hellen Ore Pittman 13.10.22_antiplagio.docx (D146939110)
Submitted	10/19/2022 11:24:00 PM
Submitted by	Saray, Siura Céspedes
Submitter email	saray@lamolina.edu.pe
Similarity	17%
Analysis address	saray.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

Universidad Nacional Agraria La Molina / TESIS SANDIA SOFIA RUIZ VEGA -Final_21 setiembre- para antiplagio.docx

SA

Document TESIS SANDIA SOFIA RUIZ VEGA -Final_21 setiembre- para antiplagio.docx (D144537403)

 19

Submitted by: saray@lamolina.edu.pe

Receiver: saray.unalm@analysis.arkund.com

SA

UNU_AGRONOMIA_2022_PI_FERNANDO-PEREZ_V1.pdf

Document UNU_AGRONOMIA_2022_PI_FERNANDO-PEREZ_V1.pdf (D134414550)

 7

SA

Orrala Lino Ma. Gabriela.docx

Document Orrala Lino Ma. Gabriela.docx (D14949901)

 1

Entire Document

76%

MATCHING BLOCK 1/27

SA

TESIS SANDIA SOFIA RUIZ VEGA -Final_21 setiemb ...
(D144537403)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE AGRONOMÍA "PRODUCCIÓN DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* L.) cv. RIVERSIDE SOBRE TRES PORTAINJERTOS BAJO CONDICIONES DE LA MOLINA"

DEDICATORIA A mi madre, hermanos, Maestros y amigos con mucho cariño les dedico todo mi esfuerzo y trabajo puestos para la realización de esta tesis
AGRADECIMIENTOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“PRODUCCIÓN DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* L.) cv. RIVERSIDE
SOBRE TRES PORTAINJERTOS BAJO CONDICIONES DE LA
MOLINA”**

HELLEN ABIGAIL ORE PITTMAN

Tesis para optar el Título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Ing. Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto

PRESIDENTE

.....
Ing. Saray Siura Céspedes

ASESORA

.....
Ing. M. S. Andrés Virgilio Casas Díaz

MIEMBRO

.....
Dr. Alexander Regulo Rodríguez Berrio

MIEMBRO

Lima – Perú

2022

DEDICATORIA

*A mi madre, hermanos,
Maestros y amigos con mucho cariño
les dedico todo mi esfuerzo y trabajo
puestos para la realización de esta tesis.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi guía e iluminación en cada paso que doy; a mi amada madre por su comprensión y ejemplo de perseverancia, influyendo en mi para seguir logrando mis metas y; a mis hermanos por sus consejos y apoyo incondicional. Especial agradecimiento a mi hermano David quién con mucho esfuerzo me ha apoyado en los momentos más difíciles e importantes en este tramo tan marcado de pregrado en la universidad. Al igual que mi hermana Mirian por su apoyo y motivación para seguir adelante; a mi hermana Lidia por su ejemplo de valores; a mi hermana Karen por su preocupación y a mi hermano Abel por su ejemplo de dedicación en lo que le apasiona.

A mi profesora y asesora Saray Siura, quien me ha apoyado desde que me encontraba participando en el círculo de investigación PROPAR y ahora en la realización y término de este trabajo experimental. Al profesor Andrés Casas, por su preocupación y tiempo en atender mis dudas para poder realizar este trabajo de investigación, como en las materias dictadas y consejos dados. A todos mis profesores y maestros que han aportado en mi formación profesional y personal de esta amada alma mater UNALM del cual estoy muy feliz y orgullosa de haber estudiado, entre ellos Liliana Aragón, Mónica Narrea, Cecilia Figueroa, Alexander Rodriguez, Luis Tomassini, Oscar Loli, Jorge Castillo, Gilberto Rodriguez, Elías Huanuqueño y Rolando Gúsquiza.

A los trabajadores del PIPS de Hortalizas “El Huerto”, en especial del Técnico Agropecuario Willy Palomino, quien ahora no se encuentra físicamente, pero su espíritu y ejemplo siempre estarán presentes.

A todos mis amigos y compañeros que de una u otra forma me apoyaron y lo siguen haciendo como Mario Ganoza, Sofía Ruiz, Niko Mitma, Alexis Zuñiga, Alexis Ricalde, Mayte Abellaneda, Leonardo Rique, María Paula Vargas, Abigail Saravia, Charlie Méndez quienes me apoyaron directamente con la realización de este trabajo experimental, así como sus consejos de parte de mis amigos Arturo Gorriti, Ricardo Vergara, Roger Vega, Angie Trujillo, Friselly Antonella y mis amigas desde la academia siempre presentes Paquita del Castillo, Paola García, Judith Chava, Sofía Paz y Kelly Calle.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	TAXONOMÍA	3
2.2.	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PLANTA.....	3
2.3.	FENOLOGÍA DEL CULTIVO.....	4
2.4.	CULTIVARES HÍBRIDOS	5
2.4.1.	Cultivar Riverside	5
2.5.	FACTOR CLIMÁTICO	6
2.6.	FACTOR EDÁFICO.....	7
2.7.	DENSIDAD Y DISPOSICIÓN ESPACIAL.....	7
2.8.	REQUERIMIENTO DE RIEGO.....	8
2.9.	FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE SANDÍA	9
2.10.	COSECHA	10
2.11.	INJERTO EN EL CULTIVO DE SANDIA.....	10
2.11.1.	Portainjertos más utilizados en sandía (Maroto <i>et al.</i> 2002):.....	11
2.11.2.	Influencia de factores en la unión del injerto en sandía, según Maroto <i>et al.</i> (2002)	13
2.11.3.	Investigaciones sobre injerto en sandia	14
2.12.	USOS Y COMPOSICIÓN	16
III.	MÉTODOLÓGÍA	18
3.1.	ÁREA EXPERIMENTAL	18
3.2.	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	18
3.3.	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	19
3.4.	CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE RIEGO.....	20
3.5.	MATERIAL VEGETAL.....	21
3.5.1.	Cultivar RIVERSIDE (Alabama, 2019).....	21
3.5.2.	Patrón o portainjerto.....	22
3.6.	INSUMOS AGRÍCOLAS	23
3.6.1.	Insumos sólidos para el abonamiento.....	23
3.6.2.	Insumos líquidos para el abonamiento	23
3.6.3.	Ingredientes activos utilizados para el manejo de plagas y enfermedades.....	24

3.7. MANEJO DEL CULTIVO	25
3.8. SISTEMA DE RIEGO	32
3.9. TRATAMIENTOS	32
3.10. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	33
3.11. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	33
3.12. VARIABLES EVALUADAS	34
3.12.1. Variables de rendimiento.....	34
3.12.2. Variables de calidad	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1. RENDIMIENTO	37
4.1.1. Rendimiento total en peso	37
4.1.2. Rendimiento comercial.....	39
4.2. CALIDAD	43
4.2.1. Número total de frutos.....	43
4.2.2. Número de frutos comerciales.....	44
4.2.3. Número de frutos / planta (comercial)	46
4.2.4. Rendimiento por cosecha	47
4.2.5. Peso promedio de frutos comerciales.....	51
4.2.6. Longitud y diámetro de fruto	54
4.2.7. Grosor de cáscara	55
4.2.8. Porcentaje de sólidos solubles central y periférica.....	56
4.2.9. Temperatura del fruto central y periférica.....	57
V. CONCLUSIONES	59
VI. RECOMENDACIONES	60
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	61
VIII. ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Etapas fenológicas del cultivo de sandía	5
Tabla 2	Nivel óptimo de los elementos nutritivos en las etapas fenológicas de desarrollo de la sandía	10
Tabla 3	Composición nutritiva de frutos de <i>Citrullus lanatus</i>	17
Tabla 4	Temperatura y humedad relativa en el periodo de Enero – Mayo 2019. La Molina, Lima, Perú.....	18
Tabla 5	Análisis de caracterización del suelo del área experimental – La Molina, 2019 ..	20
Tabla 6	Análisis del agua de riego empleado en el ensayo – La Molina, 2019	21
Tabla 7	Tratamientos utilizados en el ensayo experimental de portainjertos de sandía.....	32
Tabla 8	Características del área experimental del presente ensayo, La Molina, 2019	33
Tabla 9	Grados de libertad para análisis de varianza del ensayo experimental de portainjertos de sandía	34
Tabla 10	Rendimiento total (t/ha) y por cosecha empleando portainjertos en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) cv. Riverside. La Molina, Lima, 2019.....	38
Tabla 11	Rendimiento comercial (t/ha) y por cosecha empleando portainjertos en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) cv. Riverside. La Molina, Lima - 2019	42
Tabla 12	Número total de frutos en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) cv. Riverside empleando portainjertos. La Molina, Lima - 2019.....	43
Tabla 13	Número de frutos comerciales empleando portainjertos en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) cv. Riverside. La Molina, Lima - 2019.....	45
Tabla 14	Número de frutos comerciales/planta empleando portainjertos en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) cv. Riverside. La Molina, Lima - 2019	46
Tabla 15	Efecto del uso de portainjertos sobre el Peso promedio (kg), Longitud (cm), Diámetro (cm), Grosor de cáscara (cm), sólidos solubles (%) y Temperatura del fruto (°C). La Molina, Lima - 2019.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Temperatura máxima, mínima y promedio en el periodo de enero-mayo 2019. La Molina, Lima.....	19
Figura 2 Presentación física de semillas y fruto de sandía cv. Riverside.....	22
Figura 3 Campo experimental antes del trasplante, formado por surcos mellizos. La Molina, 2019.....	26
Figura 4 Plantas injertadas mediante la técnica de injerto inglés simple, realizada en el Vivero Bozelt SAC, 2019.....	26
Figura 5 Sumersión de plantines en solución nematicida a base de Paecilomyces lilacinus.....	27
Figura 6 Trasplante de plantas de sandía de acuerdo a los tratamientos (plantines con/ sin portainjerto).....	28
Figura 7 Primera aplicación de abono orgánico	28
Figura 8 Segunda aplicación de abono orgánico (gallinaza) en el campo experimental de sandía	29
Figura 9 Aplicación de insumos para el manejo ecológico de plagas e instalación de trampas etológicas	30
Figura 10 Cosecha del cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>)	31
Figura 11 Evaluación de parámetros de rendimiento y calidad en sandía.....	32
Figura 12 Rendimiento total (t/ha), empleando portainjertos en el cultivo de sandía.....	38
Figura 13 Rendimiento comercial (t/ha), empleando portainjertos en el cultivo de sandía	42
Figura 14 Número total de frutos (miles/ha), empleando portainjertos en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) cv. Riverside. La Molina, Lima, 2019.....	44
Figura 15 Número de frutos comerciales (miles/ha), empleando portainjertos en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) cv. Riverside. La Molina, Lima, 2019.....	46
Figura 16 Número de frutos comerciales/planta, empleando portainjertos en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) cv. Riverside. La Molina, Lima, 2019.....	47
Figura 17 Rendimiento por cosecha días después del trasplante, utilizando portainjertos en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>)	50
Figura 18 Peso promedio del fruto usando portainjertos en el cultivo de sandía.....	52
Figura 19 Efecto del uso de portainjertos sobre la longitud, diámetro y grosor de la	

cáscara en frutos del cultivo de sandía cv. Riverside. La Molina, Lima, 2019.....	55
Figura 20 Porcentaje de sólidos solubles (central y periférica).....	57
Figura 21 Temperatura del fruto parte central y periférica, utilizando portainjertos en el cultivo de sandía cv. Riverside. La Molina, Lima, 2019.....	58

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Análisis de varianza del rendimiento total (t/ha)	67
Anexo 2 Análisis de varianza del rendimiento comercial (t/ha)	67
Anexo 3 Análisis de varianza del número total de frutos (miles/ha).....	67
Anexo 4 Análisis de varianza del número de frutos comerciales (miles/ha)	67
Anexo 5 Análisis de varianza del número de frutos/planta (total)	68
Anexo 6 Análisis de varianza del número de frutos/planta (comercial).....	68
Anexo 7 Análisis de varianza del peso promedio total de frutos (kg).....	68
Anexo 8 Análisis de varianza del peso promedio de frutos comerciales (kg).....	68
Anexo 9 Análisis de varianza del diámetro de fruto (cm).....	68
Anexo 10 Análisis de varianza de la longitud del fruto (cm).....	69
Anexo 11 Análisis de varianza de grosor de cáscara (cm)	69
Anexo 12 Análisis de varianza del porcentaje de sólidos solubles (Parte central).....	69
Anexo 13 Análisis de varianza del porcentaje de sólidos solubles (Parte periférica)	69
Anexo 14 Análisis de varianza de la temperatura del fruto parte central (°C).....	69
Anexo 15 Análisis de varianza de la temperatura del fruto parte periférica (°C)	70
Anexo 16 Gráfica de análisis multivariado N°1	71
Anexo 17 Gráfica de análisis multivariado N°2	72
Anexo 18 Plantas injertadas a los 40 DDT	73
Anexo 19 Plantas injertadas a los 72 DDT	74
Anexo 20 Plantas injertadas a los 91 DDT	75
Anexo 21 Apariencia interna de frutos de los tratamientos correspondientes	76
Anexo 22 Apariencia externa de fruto de los tratamientos correspondientes	77
Anexo 23 Cuadro de labores realizadas durante el ensayo experimental.....	78

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado en el campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina; tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres portainjertos sobre el rendimiento y calidad del fruto en la producción orgánica del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) cv. Riverside en condiciones de La Molina, Lima, Perú. Los tratamientos fueron: plantas sin injertar (T0), portainjerto *del tipo Lagenaria siceraria* (T1), *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata* (T2) y *Cucurbita moschata* (T3). La técnica de injerto utilizada fue de tipo inglés simple. Se trasplantó a campo definitivo a mediados de la estación de verano utilizándose un diseño DBCA, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. El manejo agronómico se hizo mediante el uso de abonos orgánicos, fertilizantes foliares y bioestimulantes en la nutrición. Para el control de plagas se usaron biopesticidas y/o repelentes. A partir de los 66 días después del trasplante (DDT), se inició la cosecha. Se evaluaron variables de rendimiento total y comercial; número de frutos/planta; peso promedio y evaluaciones de calidad (diámetro polar y ecuatorial, porcentaje de sólidos solubles, temperatura y grosor de cáscara del fruto). De acuerdo a los resultados, no hubo diferencias estadísticas significativas para las variables evaluadas. Sin embargo, se observó diferencias en el ritmo de producción y calidad al comparar los tratamientos con respecto al testigo.

De acuerdo con las características del ensayo y de las evaluaciones realizadas se llegó a las siguientes conclusiones: el uso de portainjertos en la producción orgánica de sandía cv. Riverside bajo condiciones de La Molina, no presenta diferencias significativas sobre el rendimiento y calidad. Sin embargo, el uso de los portainjertos puede aumentar el rendimiento comercial, cantidad de frutos/planta, grosor de cáscara, porcentaje de sólidos solubles, entre otros. El portainjerto *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata* fue el que mejor se desarrolló en los parámetros de rendimiento y calidad por lo que podría ser promisorio en la producción orgánica de sandía de acuerdo a las condiciones ambientales de La Molina.

Palabras claves: Portainjerto, *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*, *Cucurbita moschata*, *Lagenaria siceraria*

ABSTRACT

This research was carried on the campus of the Universidad Nacional Agraria La Molina; aimed to evaluate the effect of three rootstocks on yield and fruit quality in organic production of watermelon (*Citrullus lanatus*) cv. Riverside conditions in La Molina, Lima, Peru. The treatments were: ungrafted plants (T0), *Lagenaria siceraria* (T1), *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata* (T2) and *Cucurbita moschata* (T3). The grafting technique used was the simple english type. It was transplanted to the open field in the middle of the summer season, using a DBCA statistic design, with four treatments and blocks. The agronomic management was done using organic fertilizers, foliar fertilizers, and bio stimulants. Biopesticides and/or repellents were used for pest control. From 66 DAT the harvest began, total and commercial yield were evaluated; number of fruits/plant; average weight and quality evaluations (polar and equatorial diameter, soluble solids percentage, temperature and thickness of the fruit shell). According to the results, there were no statistics significant differences for the variables evaluated. However, differences were observed in the rate of production and quality when using rootstocks respect to the control treatment. The following conclusions were reached: the use of rootstocks in organic production of watermelon cv. Riverside under conditions of La Molina, was not statistic significant differences on yield and quality. However, the use of rootstocks can increase commercial yield, number of fruits/plant, shell thickness, soluble solids among others. *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata* rootstock, in terms of yield and quality parameters, could be the best inorganic watermelon crop according to the environmental conditions of La Molina.

Keywords: Rootstock, *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*, *Cucurbita moschata*, *Lagenaria siceraria*.

I. INTRODUCCIÓN

La demanda mundial de sandía es mayor que cualquier otra cucurbitácea, ya que representa el 6.8 % del área mundial dedicada a la producción de hortalizas (Guner y Wenher, Goreta *et al.*, citados por Soto 2017). En el Perú, se siembran aproximadamente 3 000 ha con un rendimiento aproximado de 30 toneladas por hectárea; sin embargo, la mayoría de los cultivares sembrados son de polinización abierta, mientras que una menor área se siembra con cultivares híbridos (Sánchez, 2018).

Los fitomejoradores vienen trabajando constantemente en cambios y mejoras de las características genéticas de los cultivos hortícolas como la sandía, el cual se pone de manifiesto con la aparición constante de nuevos cultivares híbridos y de polinización abierta. Estos cultivares son la respuesta frente a las demandas del mercado, ofreciendo alternativas en cuanto a características como tamaño de fruto, forma, color de cáscara, sabor de pulpa, precocidad, tamaño de planta, presencia de semillas, adaptabilidad a condiciones extremas; resistencia a enfermedades, almacenaje y al transporte, etc. (Flores, 2017).

Se ha observado que la fusariosis es la enfermedad vascular más importante que ataca al cultivo de sandía. El agente causal es el hongo *Fusarium oxysporum* F. sp. *niveum* (FON) (García, 1991). Afecta la raíz y cuello de la planta, pudiendo llegar a destruir completamente las plantaciones. Por esta razón, se hizo indispensable encontrar alternativas de solución a estos problemas, surgiendo la práctica del injerto herbáceo como una de las más efectivas (Crawford & Abarca, 2017). En la actualidad, esta técnica se viene mejorando, usando especies de cucurbitáceas con características de rusticidad y adaptables a suelos con problemas de asfixia radicular o fitosanitarios. De este modo el fin fundamental del injerto en los cultivos hortícolas es obtener mejor productividad y resistencia a enfermedades del suelo (González, 1999).

El injerto en hortalizas es una técnica altamente popular en Corea, Japón y otros países de Asia y Europa donde el suelo se usa de forma intensiva y/o el área destinada a la agricultura es pequeña (Lee, 1994). Entre las especies hortícolas, se injertan las solanáceas (tomate, pimiento y berenjena) y cucurbitáceas (melón, sandía y pepino). Su buena respuesta al injerto parece estar relacionada con la extensión del cambium (Louvet, citado por Camacho & Fernández 2000). Entre las cucurbitáceas, la sandía se injerta sobre *Lagenaria siceraria* (Suzuki *et al.*, citados por Camacho & Fernández 2000), otros portainjertos de sandía, son variedades o híbridos de Cucurbita (*C. pepo*, *C. moschata* y *C. ficifolia*) (Yanamuro *et al.*, citados por Camacho & Fernández, 2000).

Frente a este panorama, el presente trabajo de investigación consistió en la producción del cultivo de sandía utilizando diferentes portainjertos del género Cucurbita (*Cucurbita moschata*), híbrido de cucurbita (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*) y la calabaza tipo de peregrino (*Lagenaria siceraria*) comparándola frente al testigo (sin injertar). Para lo cual, se planteó como objetivo evaluar el efecto del uso de portainjertos sobre el rendimiento y calidad de fruto en la producción orgánica del cultivo de sandía cv. Riverside en las condiciones edafoclimáticas de La Molina, Lima-Perú.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. TAXONOMÍA

Según Jeffrey (1990), dentro de los angiospermas (Reino Plantae). La sandía se encuentra dentro de los siguientes taxones

Clase: *Dicotyledoneae*

Subclase: *Dilliniideae*

Superorden: *Violanae*

Orden: *Cucurbitales*

Familia: *Cucurbitaceae*

Subfamilia: *Cucurbitoideae*

Tribu: *Benincaseae*

Género: *Citrullus*

Especie: *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai

La familia Cucurbitaceae está compuesta por 118 géneros y unas 825 especies (Jeffrey 1990). Dentro de esta familia se encuentran plantas frecuentemente rastreras o trepadoras. La sandía recibe distintos nombres científicos, utilizados sinónimamente, como *Citrullus vulgaris* Schrad, *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai y *Colocynthis citrullus* (L) O. Ktze, con una dotación de 22 cromosomas ($2n=22$). Las sandías cultivadas actualmente se consideran botánicamente englobadas dentro del taxón *Citrullus lanatus* var. *lanatus*, cuyo ancestro natural a través de estudios de isoenzimas se considera que es *C. lanatus* var. *citroides* (fruto amargo e incomedible) (Navot y Zamir, citados por Maroto *et al.* 2002).

2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PLANTA

La sandía es una planta herbácea, anual rastrera o trepadora, propia de cultivos intensivos de secano y regadío. De acuerdo con el “Código Alimentario Español”, la sandía está clasificada como fruto carnoso, por tener en su parte comestible más del cincuenta por ciento de agua (Reche, 1988).

La raíz de la sandía es ramificada; la raíz principal se ramifica en raíces primarias y éstas, a su vez, vuelven a subdividirse. La raíz principal alcanza un gran desarrollo en relación con las raíces secundarias (Reche, 1988). Los tallos son herbáceos delgados, angulosos, con estrías longitudinales y están cubiertos de vellos blanquecinos. La longitud del tallo puede alcanzar hasta 5 m (Parsons, 1992) con zarcillos caulinares, cuyo extremo puede ser bífido o trífido (Reche, 1988). Sus hojas están cubiertas de vello con lóbulos muy marcados pudiendo tener de 3 a 5 (Parsons, 1992). Reche (1988) indica que la hoja tiene forma oblonga, y las nerviaciones son muy pronunciadas, destacándose perfectamente el nervio primario y los nervios secundarios que se dirigen a cada lóbulo. Además, indica que en la axila de cada hoja nacen los zarcillos bífidios o trífidios que utiliza la planta para sujetarse y reptar el crecimiento. Las flores son unisexuales, solitarias, pedunculadas y nacen de las axilas de las hojas y con frecuencia, la planta tiene más flores estaminadas que pistiladas. Son de color amarillo (Parsons, 1992). Las flores femeninas tienen estambres rudimentarios y el ovario ínfero. El ovario es vellosos y ovoide, recordando en su primer estadio una pequeña sandía del tamaño de un hueso de aceituna; el fruto es una baya grande con placenta carnosa y epicarpio quebradizo, con cáscara lisa y dura de color verde pudiendo tener diversas tonalidades, rayado o moteado. Su pulpa es suave, jugosa y de color rojo, rosa, amarillo y blanco. Las semillas son de color y tamaño variable, apariencia aplastada y ovoide (Reche, 1988; Parsons, 1992).

2.3. FENOLOGÍA DEL CULTIVO

El desarrollo y crecimiento de la sandía dependen del factor genético de la planta y de las condiciones ambientales (Sánchez, 2018). Las temperaturas óptimas son muy importantes para todas las fases de desarrollo del cultivo (Guillén, 2012). Maroto, citado por Sánchez (2018) describe los estados fenológicos del cultivo de sandía y se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1

Etapas fenológicas del cultivo de sandía

Fenología	Días Después de la Siembra (DDS)
Germinación	5-6
Inicio de emisión de guías	18-23
Inicio de floración	25-28
Plena flor	35-40
Inicio de cosecha	71-90
Termino de cosecha	92-100

FUENTE: Maroto, citado por Sánchez (2018)

2.4. CULTIVARES HÍBRIDOS

Con el objetivo de obtener cultivos más precoces, más productivos y de mayor calidad que las actuales, así como resistentes a enfermedades producidas por hongos del suelo, se han obtenido cultivares híbridos de sandía de características similares a “Sugar Baby” (Reche, 1988).

Maroto (2002) también indica que otros objetivos de la mejora genética son obtener frutos de tamaño regular y no excesivamente grandes; mayor dulzor de los frutos; coloración de la pulpa, como rojo muy intenso o amarillos que resulten atractivos; frutos sin semillas y con resistencia al transporte.

Existen varios criterios para la clasificación: por el tamaño de fruto, color y sabor de la pulpa, contenido de azúcares, color de cáscara, etc. (Guillén, 2012).

2.4.1. Cultivar Riverside

Este cultivar híbrido, ha sido reportado por *Seminis Vegetable Seeds* y presenta las siguientes características: excelente rendimiento, con alto porcentaje de frutos de primera, buena vida post cosecha, transporte a largas distancias; la forma del fruto es oblonga, pesa entre 9 - 11 kg, con cáscara verde oscura, pulpa de color rojo intenso, sabor dulce entre 11 a 12 ° Brix y textura suave y crujiente (Flores, 2017).

Según AHERN (2019) la sandía cv. Riverside tiene una excelente vida de anaquel para el mercado de sandías con semilla. La planta es vigorosa y tiene buena concentración de frutos.

La forma del fruto es ovalada a ovalada larga, tiene rayas anchas de color verde oscuro y su pulpa es de color rojo profundo, crujiente y muy dulce. Riverside madura a media temporada y su peso promedio es de 11-13 kg. Además, es un cultivo diploide para cultivo a campo abierto.

2.5. FACTOR CLIMÁTICO

Robinson & Decker-Walters (1997), sostienen que el cultivo de las cucurbitáceas en general es complicado en latitudes extremas, debido a la variación de fotoperiodos y la incidencia de bajas temperaturas. Días largos inducen plantas más masculinas que femeninas en algunas especies, y en otras la inhibición total de la floración. Se necesita gran intensidad de luz para obtener buenas cosechas. Además, el cuajado de frutos es afectado por las condiciones de baja intensidad de luz.

Casseres (1980) afirma que las cucurbitáceas crecen bien en climas cálidos con temperaturas de 18 a 25°C como óptimos, con máximos de 32°C, y mínimas de hasta de 10°C; las semillas tendrán alto porcentaje de germinación en el suelo, si este tiene una temperatura de 21 a 32°C.

Maroto *et al.* (2002) menciona que la floración de la sandía, requiere entre 18 y 25°C, temperaturas más bajas pueden influir negativamente en la polinización y cuajado de frutos, y éstos, aunque se desarrollen, pueden aparecer deformados y/o ahuecados.

La temperatura óptima para el crecimiento es de 21 a 29.5 °C, pudiendo tolerar una temperatura máxima de hasta 35 °C (Nonnecke, citado por Aguilar, 2014). Maynard y Hochmuth, citados por Maroto *et al.* (2002) indican que la floración, el cuajado y la maduración de los frutos exigen temperaturas superiores a 18°C.

La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre 65 y 75%, siendo un factor determinante durante la floración (Tisconia, citado por Aguilar, 2014).

2.6. FACTOR EDÁFICO

Guillén (2012) indica que se adapta bien a varios tipos de textura de suelo. Guillén (2012), Ugás *et al.* (2000) y Casseres (1980) mencionan que para el cultivo de cucurbitáceas se prefiere suelos fértiles, bien drenados como los franco-arenosos, que calienten con facilidad y no muy ácidos.

Los suelos más ligeros son deseables especialmente para zonas de corta estación de crecimiento (Guillén, 2012).

Schweers (1976) menciona que se pueden emplear suelos pesados manteniéndolos en buenas condiciones físicas y de humedad. También menciona que cuando se cultiva sandía, siempre se debe tener algún tipo de rotación; desde el punto de vista del control de enfermedades, no debiéndose cultivar sandía por más de cuatro años en el mismo terreno.

Maroto *et al.* (2002) menciona que el cultivo de sandía se adapta a la acidez del suelo mejor que el melón. Crece satisfactoriamente con pH comprendidos entre 5.0 y 6.8. No se dan problemas en suelos moderadamente alcalinos. Casseres (1980) menciona que el pH más adecuado está entre 6 y 8. Asimismo, Ugás *et al.* (2000) indican que el pH ideal oscila entre 6 y 6.5, pero el rango de 5 a 7 también es aceptable.

2.7. DENSIDAD Y DISPOSICIÓN ESPACIAL

La densidad de plantación, separación entre líneas y entre plantas, depende de varios factores: sistema de riego, fertilidad del suelo, época de plantación y del uso de la técnica de injerto. Este último es el más importante. Con planta injertada sobre patrones vigorosos se emplea un número de plantas muy inferior, hasta un 50% menor, al que se utilizaría con plantas sin injertar (Maroto *et al.*, 2002).

Ugás *et al.* (2000) indican que el distanciamiento entre surcos debe de ser entre 3-4 m, entre golpes: 0.5-0.8 m, por lo general debe de haber 2 plantas por golpe. Debe de haber 2 hileras de plantas por surco. Y la siembra debe de ser en surcos mellizos.

Scheweers (1976) menciona que el espaciamiento entre filas debe ser de 1.8 m o más, entre

plantas 0.9 a 1m. Valadez (1994) afirma que la distancia entre surcos oscila entre 2 a 6 m, entre plantas 1 m. Los raleos se deben hacer cuando las plantas tengan 2 o 3 hojas verdaderas, estando la población en el rango de 3200 a 8000 plantas/ha.

La densidad de plantación en cultivos de secano está comprendida entre 1.111 y 2.875 pl/ha. En cultivos de regadío oscila entre 3.500 y 5.000 plantas/ha. Años después se redujo la densidad de plantas al usar plantas injertadas como en el caso de sandías triploides al usar portainjertos de *C. moschata* de 6944 pl/ha a 4166 pl/ha, en el que no disminuyó los rendimientos por unidad de superficie, pero aumentó el calibre de los frutos (Maroto, 2002).

2.8. REQUERIMIENTO DE RIEGO

La sandía, como el melón, es una planta que, aunque puede cultivarse en secano, consigue los mayores rendimientos en regadío, aumentando el calibre de los frutos. La exigencia más importante de agua en dicho cultivo va desde la floración hasta que finaliza el crecimiento de los frutos (crecimiento y desarrollo de frutos) y al final de esta etapa fenológica es sensible, como el melón, a la disponibilidad variable y fluctuante de agua, pudiendo producirse rajaduras o cracking. En algunas fuentes se señala que una reducción de agua en la última fase de maduración de los frutos puede mejorar la calidad de los mismos incrementando el contenido de azúcares (Maroto *et al.*, 2002). Además, la sandía requiere una gran cantidad de agua para formar el fruto, ya que su composición aproximadamente es 93% de agua, por lo que requiere en gran parte de la humedad disponible en el terreno (Edmon, citado por Aguilar, 2014).

Esta hortaliza necesita abundante agua en el periodo de crecimiento, inicio del desarrollo del fruto y maduración, durante el ciclo agrícola requiere de 500 a 750 mm de agua y se reporta un promedio de 7 a 10 riegos durante todo el ciclo. Pero en etapas de maduración se recomienda disminuir los riegos, para incrementar los sólidos solubles (Valadez, citado por Aguilar, 2014).

Schweers (1976) menciona que es esencial proveer al cultivo con 5000 m³ en suelos de textura media y 6000 a 7500 m³ en suelos arenosos.

Sobre riego localizado, Reche (2000) indica que se debe dar el primer riego unos días antes de la siembra o plantación en la ubicación posterior de las plantas, con el objetivo de aportar humedad. Este riego debe ser abundante, unos 100 m³/ha. El segundo riego debe darse un día antes de la siembra o plantación, para mejorar el arraigo de la planta. El tercer riego se debe dar una vez realizada la plantación, con poco volumen de agua, de 0.5 -1 l/planta. El número total de riegos varía entre 65-80, con volúmenes cercanos a los 2.000 m³/ha.

2.9. FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE SANDÍA

Los nutrientes esenciales en el cultivo de sandía son: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y micronutrientes (Maroto *et al.*, 2002).

Ugás *et al.* (2000) consideran aplicar materia orgánica a la preparación del terreno o en bandas; todo el P y K a la preparación del terreno y el N fraccionado en 2-3 momentos; la dosis ideal sería 180-100-120.

Domínguez (1993), sostiene que para obtener rendimientos de 20 a 50 t/ha, el cultivo hace las siguientes extracciones de nutrientes por tonelada de cosecha: 3 a 4 kg de Nitrógeno; 4 a 5 kg de K₂O y 1 a 2 kg MgO. Asimismo, recomienda la siguiente fertilización: 80 a 300 kg de N/ha; 60 a 200 kg de P₂O₅/ha y 80 a 400 K₂O/ha.

La dosis de enmiendas orgánicas suele oscilar entre 15-30 t/ha de estiércol, bien descompuesto, compost, etc. En cantidades mucho más reducidas cuando se opta por los productos comerciales ensacados (Maroto *et al.*, 2002).

Horna (2016) realizó la investigación titulada “Aplicación foliar de potasio en sandía (*Citrullus lanatus*) cv. BLACK FIRE bajo las condiciones del Valle de Cañete” en el que concluye que todos los tratamientos donde se aplicó potasio foliar demostraron un incremento estadísticamente significativo en el rendimiento, comparado con el testigo. Lo que confirma que la aplicación foliar de potasio influye incrementando el rendimiento total en el cultivo de sandía.

Según Mills y Benton (citados por Aguilar, 2014), los niveles óptimos de elementos nutritivos en el cultivo de sandía, varían de acuerdo a las etapas fenológicas (Tabla 2), las

cuales comprenden: a) 1^{era} Etapa: De inicio de floración a fructificación; b) 2^{da} Etapa: De planta madura a estado fruto pequeño y c) 3^{era} Etapa: De fruto pequeño a cosecha.

Tabla 2

Nivel óptimo de los elementos nutritivos en las etapas fenológicas de desarrollo de la sandía

Elemento	I Etapa	II Etapa	III Etapa
Macroelemento			
(%)			
N	4.0 - 5.5	2.0 - 3.0	4.0 - 5.0
P	0.3 - 0.8	0.2 - 0.3	0.25 - 0.70
K	4.0 - 5.0	2.5 - 3.5	3.50 - 4.50
Ca	1.7 - 3.0	2.5 - 3.5	2.0 - 3.20
Mg	0.5 - 0.8	0.6 - 3.5	0.30 - 0.80
S	nd	nd	nd
Microelementos			
(ppm)			
Fe	50 -300	100 -300	50 - 300
Mn	50 - 250	60 -240	40 - 250
B	25 - 60	30 - 80	25 -60
Cu	6.0 -20	4.0 - 8.0	5.0 - 20
Zn	20 - 50	20 - 60	20 - 250
Mo	nd	Nd	nd

FUENTE: Mills y Benton (citado por Aguilar, 2014) nd=no determinado

2.10. COSECHA

La recolección de la sandía es manual, dándose varias pasadas (3-5) (Maroto *et al.*, 2002). Reche, citado por Maroto *et al.* (2002) señala las siguientes características que pueden indicar la madurez de los frutos de sandía: el zarcillo existente junto al pedúnculo debe estar completamente seco. El pedúnculo del fruto debe estar tierno. La parte inferior del fruto ha adquirido un tono amarillento. La capa pruínica de la superficie del fruto ha desaparecido. El sonido que produce un ligero golpeteo en el fruto es sordo. Una vez rayada la corteza se separa fácilmente.

2.11. INJERTO EN EL CULTIVO DE SANDIA

Según Denisen (1991), resulta mucho más difícil injertar los tallos de plantas herbáceos que tallos de plantas leñosos ya que los tallos son más suculentos, no presentan período de reposo y tienen un anillo de cambium menos definido. Las pérdidas de agua en la púa es uno de los

problemas más graves que se presentan cuando se injertan plantas herbáceas; siendo más difícil acoplar las zonas de cambium del patrón y de la púa, así que la fusión o unión del tejido del callo después de la inserción es la prueba más confiable que indica la formación de una buena unión. Las hojas más bajas o una rama inferior se deben dejar sobre el patrón como estímulo para el movimiento ascendente del agua.

Reche (1988) señala que, se realiza esta práctica para luchar contra las enfermedades del suelo (principalmente fusarium), habiendo adquirido gran importancia en los suelos arenosos en cultivo intensivo de invernadero.

En sandía, el injerto se viene realizando en Japón desde 1914-1917. En España, los primeros ensayos comenzaron a finales de los años 70 (Maroto *et al.* 2002).

Maroto *et al.* (2002), señala que, el injerto sobre patrones resistentes permite cultivar con éxito en suelos contaminados por Fusarium en sandía (*F. oxysporum f. sp. Niveum*), donde la planta sin injertar no puede instalarse con garantías, en un plazo de 10 años, a menos que se desinfecte el suelo. Adicionalmente el injerto es un método respetuoso con el medio ambiente que permite reemplazar el uso de fumigantes como el bromuro de metilo a un nivel rentable y competitivo (Miguel, citado por Maroto, 2002).

Un portainjerto o patrón debe reunir las siguientes cualidades: inmune a la enfermedad que se desea prevenir; que algún otro patógeno del suelo no le afecte frecuentemente o gravemente; vigor y rusticidad (le confiere vigor a la planta injertada); mayor número de frutos, menor cantidad de plantas y con ello menores costos; buena afinidad con la planta que se injerta; presentar buenas condiciones para el injerto y no modificar desfavorablemente la calidad del fruto (Maroto *et al.*, 2002).

2.11.1. Portainjertos más utilizados en sandía (Maroto *et al.* 2002):

a. Híbridos de *Cucurbita*

Son los más utilizados. Se trata de híbridos de *C. maxima* x *C. moschata*. Se comercializan distintos híbridos del mismo tipo (Shintoza, Tetsukabuto, Brava, RS-841, Patrón, Titán, 6001, Híbrido 90, Aquiles). Son resistentes al FON de la sandía

y *Verticillium*, también tolerantes a *Pythium* y nemátodos, aunque en condiciones de alta densidad de inóculo pueden verse afectados por esta enfermedad.

Según Rijk Zwaan (2019), el portainjerto de cucurbitáceas COBALT RZ F1 (64-19) corresponde a *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*, y presenta vigor alto (equilibrado); buena combinación con las variedades de pepino, melón y sandía; es más precoz que otros y presenta resistencia a diferentes razas de *Fusarium*.

b. *Lagenaria siceraria*

Las plantas más conocidas de esta especie son las calabazas, aunque las variedades empleadas como portainjerto tienen frutos de distintas formas. Esta especie es la más citada para sandía por la bibliografía japonesa. Es resistente a FON.

Según Rijk Zwaan (2019), el portainjerto de cucurbitáceas PELOPS RZ (64-15) es del tipo *Lagenaria siceraria*, y presenta vigor medio, promueve una planta equilibrada y abierta; producción uniforme y de muy buena calidad; máxima precocidad respecto a otros híbridos de calabaza. Y es muy recomendado para injertos de sandía. Resistencias: HR, Fom: 0, 1, 2, 1.2/Va; IR, Fon: 0-2.

HORTALIZAS (c2014), agrega, que el portainjerto PELOPS RZ tipo *Lagenaria siceraria* presenta tolerancia al frío; resistencia a nemátodos; adelanto de la producción de hasta 7 días; estable a lo largo del ciclo y tiene una alta compatibilidad con todas las variedades de sandía.

c. *Citrullus lanatus*

Es la sandía. La línea PI-296341 FR, seleccionada de sandía silvestre, es resistente a las tres razas conocidas de FON y tiene un buen comportamiento frente a la enfermedad. Hay un inconveniente adicional con esta especie: la dificultad de identificar los rebrotes del patrón, que deben ser eliminados, ya que sus hojas son similares a las de la sandía cultivada.

d. *Cucurbita sp.*

Otras especies y variedades de *Cucurbita* se utilizan también como portainjertos. Una de las más conocidas es la Calabaza de violín (*C. moschata*).

BASALT RZ F1 es un portainjerto de cucurbitáceas del tipo *C. moschata*, de vigor alto. Buena combinación con las variedades de pepino y sandía. Planta bien equilibrada con aporte de vigor. Recomendado para injertar pepino y sandía. Presenta alta resistencia a Fom (0,1,2,1.2), Fon (0-2), For y Va (Rijk Zwaan, 2019).

e. *Sycios angulatus*

Algunas informaciones lo consideran como un patrón resistente a nemátodos.

2.11.2. Influencia de factores en la unión del injerto en sandía, según Maroto *et al.* (2002)

- a. Temperatura.** Tiene un marcado efecto sobre a formación de tejido del callo. En el injerto de sandía se recomienda mantener la temperatura de 25 a 26°C durante la fase de la unión del injerto. Se obtienen buenos resultados cuando las mínimas no bajan de 15 °C, ni las máximas suban de 30-32°C.
- b. Humedad.** Los tejidos cortados de la unión del injerto deben mantenerse estables, por algún medio, en condiciones de humedad elevada, pues en caso contrario las probabilidades de una buena cicatrización son reducidas.
- c. Superficie de contacto.** Si se ponen en contacto solo una reducida porción de las regiones cambiales del patrón y de la variedad, la unión será deficiente. Aunque haya una buena cicatrización y comience el crecimiento de la variedad, cuando ésta alcance un desarrollo importante, una unión tan escasa impedirá el movimiento suficiente del agua y se producirá el colapso de la planta injertada.
- d. Contaminación con patógenos.** Ocasionalmente entran en las heridas producidas al injertar, bacterias u hongos que causan la pérdida del injerto. Para prevenir estas infecciones se debe usar agua limpia y tener las manos limpias, es fundamental.

e. Condiciones ambientales en la fase posterior al injerto. Es necesario asegurar, durante la fase posterior al injerto, que no lleguen a marchitarse ni el patrón ni la variedad. El marchitamiento de la variedad se produce con extrema facilidad en el caso de injerto de púa. A la vez debe mantenerse una buena temperatura y una alta humedad relativa para que se produzca la soldadura del injerto.

f. Interacción patrón-variedad

Las modificaciones del comportamiento de la variedad por efecto del patrón pueden ser producidas por incompatibilidad; resistencia a enfermedades; tolerancia a ciertas características de suelo; interacciones específicas entre patrón y variedad que produzcan alteraciones del desarrollo de la planta, tamaño del fruto, calidad, etc.

Si la sandía injertada está instalada en un campo contaminado, posiblemente el patrón induce resistencia a la variedad injertada o, la zona más susceptible de la sandía, raíz e hipocótilo, está duplicada con la del patrón, que asegura un normal aprovisionamiento de agua y nutrientes a la planta.

Cuando la enfermedad presente en el suelo es el virus del cribado del melón (MNSV) aparece, sí afecta gravemente a las sandías injertadas cuando se deja el tallo de la sandía.

Las plantas injertadas sobre híbridos de *Cucurbita* o *Lagenaria* se desarrollan mejor que las plantas sin injertar cuando la temperatura del suelo es baja.

2.11.3. Investigaciones sobre injerto en sandía

En suelo contaminado, la sandía injertada sobre cualquiera de una extensa gama de portainjertos resiste mejor la infección, es más productiva y produce frutos de más tamaño que la sandía sin injertar (Maroto *et al.*, 2002).

Algunos defectos del fruto (corteza más gruesa, haces vasculares más marcados), van asociados al mayor vigor de las plantas injertadas y normalmente se corrigen con un menor abonado nitrogenado y dejando el fruto unos días más en la planta. El ahuecado del fruto,

que eventualmente se presenta, no se ha podido correlacionar con ningún tipo de patrón, ni práctica específica, aunque parece que suele aparecer con mayor intensidad en primaveras lluviosas y en planta injertada. El contenido de azúcar (expresado en grados Brix) es más bajo en plantas injertadas (0.5-1.5°Brix menor) pero con frutos comerciales. Las deficiencias, se deben principalmente a recolección anticipada o exceso de riego o abonado (Maroto *et al.*, 2002).

Ozlem *et al.* (2007), investigaron los efectos de diferentes portainjertos de sandías en el rendimiento y la calidad de la fruta, en condiciones donde se controló la temperatura y en condiciones a campo abierto. Usaron el cultivar Crispy el cual se injertó sobre TZ-148 y RS-841, híbridos comerciales de *C. máxima* x *C. moschata* y un patrón experimental (*Lagenaria siceraria*) cv. 64-18; además del tratamiento control con plantas no injertadas. De acuerdo a sus resultados, el injerto donde se controló la temperatura afectó el peso de la fruta en tanto que el injertó a campo abierto fue el que influyó de forma positiva y significativa en el rendimiento de las plantas sin causar efectos perjudiciales en la calidad de la fruta (índice de fruta, grosor de la cáscara y contenido de sólidos solubles) mostrando así que el uso de los injertos puede ser una alternativa ventajosa en la producción de sandía. Cabe resaltar que los efectos positivos del injerto cambian según el portainjerto que se utilice.

López-Elías *et al.* (2011), evaluaron dos portainjertos de sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) usando tres técnicas de injerto, concluyendo que, la respuesta del cultivo varía de acuerdo al portainjerto, al igual que a la técnica de injerto. Tanto el portainjerto comercial RS1330 (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*) como la calabaza silvestre (*Cucurbita foetidissima* Kunth) mostraron compatibilidad. La sobrevivencia fue mayor para el híbrido comercial RS1330, cuya respuesta en ambos portainjertos resultó mayor en las plántulas donde se realizó el injerto de púa. Se obtuvo mayor número de hojas por planta al usar el híbrido comercial RS1330, sin diferencias entre las técnicas de injerto. La altura de la planta fue mayor en el híbrido comercial RS1330, viéndose incrementada al usar el injerto de aproximación en ambos portainjertos. Para la relación diámetro del tallo, con el híbrido comercial RS1330 se obtuvieron valores mayores a la unidad, contrario a *C. foetidissima* que presentó valores por abajo de la unidad, siendo esta mayor en el injerto de aproximación. Orrala-Borbor *et al.* (2018) evaluaron el rendimiento y la calidad de la sandía bajo diferentes portainjertos y dosis de NPK, concluyendo que el híbrido de sandía Royal Charleston

injertado sobre el patrón de calabaza RS-841 (híbrido interespecífico de *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*), mediante el método de aproximación y la aplicación de una fertilización mineral de 150, 100 y 150 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente, produjo la mayor cantidad de frutos y su rendimiento fue significativamente superior al compararlo con el resto de los tratamientos estudiados. Ninguno de los tres patrones ensayados ni las dosis de NPK influyeron sobre la calidad del fruto.

Flores (2017) evaluó la producción de tres variedades híbridas de sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf.) Santa Amelia, Riverside y Alexander, injertado y sin injertar bajo las condiciones del Valle de Moquegua, verano 2016. En el cual concluye que la producción del cultivo de sandía obtenida de las variedades híbridas injertadas fueron Riverside con 131,74 t/ha, Alexander con 128,89 t/ha y Santa Amelia con 95,04 t/ha. Y que el patrón (*Cucurbita ficifolia* Bouché), se adaptó a las condiciones del valle de Moquegua superando significativamente la producción y longitud de la planta en las variedades injertadas.

2.12. USOS Y COMPOSICIÓN

El principal uso de la sandía es como fruto dulce y refrescante. La pulpa tiene un elevado contenido de agua (Tabla 3). Como el pepino (*Cucumis sativus* L.), la mayor parte comestible del fruto proviene de la placenta, comparado con el melón (*Cucumis melo* L.) y las calabazas (*Cucurbita* sp.), que procede del pericarpio (Nuez *et al.*, 1998).

La sandía también puede utilizarse en multitud de recetas para elaborar entrantes, ensaladas, refrescos, postres y gazpachos. La corteza de la piel puede ser consumida por el ganado, aunque también pueden consumirse en encurtidos (Nuez *et al.*, 1998).

Schultes, citado por Nuez *et al.* (1998), indica que la sandía también ha adquirido diferentes usos medicinales. Por ejemplo, en México se utiliza la cocción de las hojas para combatir la malaria. En Puerto Rico la carne madura del fruto como diurético y como tónico para aliviar la bronquitis y las enfermedades pulmonares. En Venezuela, se usa la corteza para tratar las enfermedades hepáticas. En las Islas Caicos, las semillas secas se dejan en agua que luego se bebe para tratar las infecciones de orina.

La composición nutritiva de los frutos de sandía se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3

Composición nutritiva de frutos de Citrullus lanatus

Componente	Cantidad por 100 g de materia comestible
Energía (cal)	24
Agua (g)	93.0
Proteína (g)	0.7
Grasa (g)	0.1
Carbohidratos (g)	5.9
Fibra (g)	0.2
Ceniza (g)	0.3
Calcio (mg)	6
Fósforo (mg)	5
Hierro (mg)	0.3
Retinol (mcg)	23
Tiamina (mg)	0.06
Riboflavina (mg)	0.04
Niacina (mg)	0.18
Ac. Ascórbico reduc. (mg)	3.0

FUENTE: Ugás *et al.* (2000).

III. METODOLOGÍA

3.1. ÁREA EXPERIMENTAL

El ensayo se desarrolló en la parcela experimental “Campo Alegre 4” del Programa de Hortalizas de la Universidad Nacional Agraria de La Molina (UNALM), localizado en el distrito de La Molina, región Lima, ubicada geográficamente a latitud 12° 4'58.51"S, longitud 76°56'51.93"O y 236 m.s.n.m.

3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

La información meteorológica durante el periodo del ensayo, se obtuvo de la Estación Meteorológica del Programa de Investigación en Hortalizas de la Universidad Nacional Agraria La Molina y SENAMHI, lugar donde se desarrolló la investigación.

En la Tabla 4 y Figura 1, se presentan el resumen de los datos meteorológicos en forma mensual, donde la temperatura promedio fue de 23.28 °C, con una máxima de 30.4 °C y una mínima de 16.7 °C. La humedad relativa se mantuvo por encima de 68%, siendo la mínima registrada promedio 68.36% en el mes de febrero y la máxima registrada promedio 80.74% en mayo.

Tabla 4

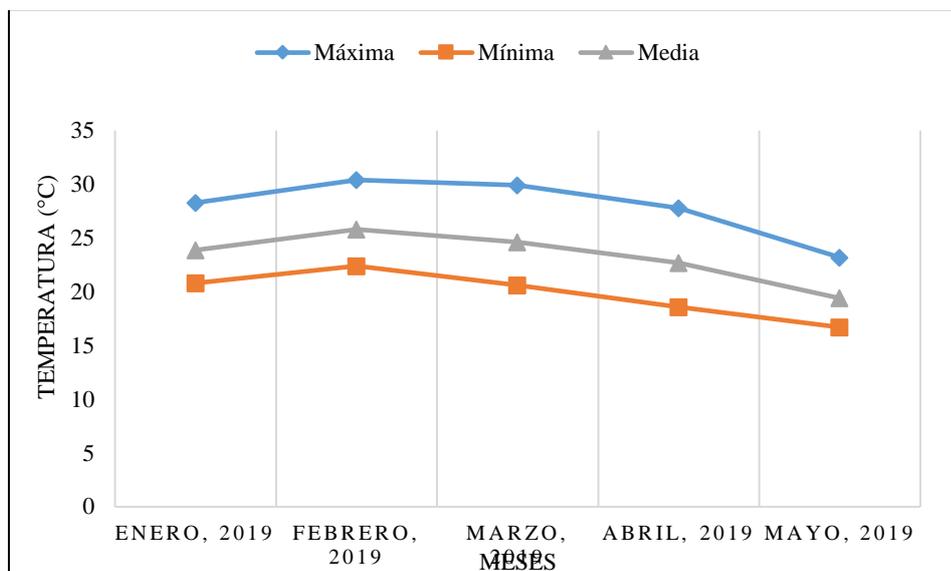
Temperatura y humedad relativa en el periodo de Enero – Mayo 2019. La Molina, Lima, Perú

Mes	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)
	Máxima	Mínima	Media	
Enero	28.3	20.8	23.9	72.04
Febrero	30.4	22.4	25.8	68.36
Marzo	29.9	20.6	24.6	68.82
Abril	27.8	18.6	22.7	73.47
Mayo	23.2	16.7	19.4	80.74
Promedio	27.92	19.82	23.28	72.686

FUENTE: Estación meteorológica del Programa de Investigación en Hortalizas de la UNALM

Figura 1

Temperatura máxima, mínima y promedio en el periodo de enero-mayo 2019. La Molina, Lima



FUENTE: Estación Meteorológica del Programa de Investigación en Hortalizas de la UNALM (La Molina, Lima)

3.3. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Para la caracterización físico – química del suelo del área de estudio se realizó un muestreo tomándose al azar 10 muestras que al juntarse formaron aproximadamente 1 kg de suelo. Las muestras se obtuvieron una semana antes de la siembra y a una profundidad de 25-30 cm, ya que hasta esa altura se concentran la mayor cantidad de masa radicular de la planta del cultivo de sandía. El análisis se realizó en el laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los resultados se muestran en la tabla 5.

Según los resultados de análisis se trata de un suelo moderadamente salino (CE (dS/m)=5.29); de clase textural franco arenoso y con contenido de materia orgánica medio (M.O. (%) = 2.22). La reacción del suelo es neutra (pH = 7.05); los contenidos de fósforo y potasio disponible en el suelo fueron altos. En cuanto a la capacidad de intercambio catiónico (CIC = 14.24) es media, cuyas relaciones de Ca/Mg y Ca/K muestran deficiencia de calcio, para la relación Mg/K muestra deficiencia de magnesio y para la relación K/Na muestra adecuado contenido de potasio; alto contenido de CaCO₄ y de porcentaje de saturación de bases.

Tabla 5*Análisis de caracterización del suelo del área experimental – La Molina, 2019*

Caracterización		
Parámetros	Unidades	Valores
CE 1:1	(dS/m)	5.29
pH 1:1		7.05
Arena	(%)	62
Limo	(%)	23
Arcilla	(%)	15
Clase Textural	Franco	Arenoso
CaCO ₃	(%)	3.1
M.O.	(%)	2.22
P	(ppm)	99.6
K	(ppm)	976
CIC	(meq/100g)	14.24
Ca ²⁺	(meq/100g)	9.52
Mg ²⁺	(meq/100g)	2.57
K ⁺	(meq/100g)	1.61
Na ⁺	(meq/100g)	0.55
Al ³⁺ + H ⁺	(meq/100g)	0
Ca/Mg		3.7
Ca/K		5.91
Mg/K		1.59

FUENTE: Laboratorio de Análisis de Suelos y Agua de la Universidad Nacional Agraria La Molina, 2019

3.4. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE RIEGO

Para el análisis de agua de riego, se tomó una muestra proveniente del reservorio que abastece al campus de la UNALM, donde se encuentra incluido el PIPS de Hortalizas. Fue analizada en el Laboratorio de Análisis de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego-UNALM. Según los resultados del análisis (Tabla 6) se trata de agua con baja salinidad, de buena calidad (CE= 0.72 mmhos/cm); con muy bajo contenido de sodio, condición ideal (SAR=0.85); con baja cantidad de bicarbonatos y sin problema de cloruros. Reunidas todas estas características indican que el agua es de buena calidad, por lo que no debió haber afectado el crecimiento y desarrollo del cultivo de sandía.

Tabla 6*Análisis del agua de riego empleado en el ensayo – La Molina, 2019*

Características		
CE	mmhos/cm	0.72
pH		7.94
Calcio	meq/l	4.68
Magnesio	meq/l	0.68
Sodio	meq/l	1.39
Potasio	meq/l	0.22
SUMA DE CATIONES		6.97
Cloruro	meq/l	1.63
Sulfato	meq/l	3.16
Bicarbonato	meq/l	2.18
Nitratos	meq/l	0.09
Carbonatos	meq/l	0
SUMA DE ANIONES		7.05
SAR		0.85
CLASIFICACIÓN		C2-S1
Boro	mg/l	0.2

FUENTE: Laboratorio de Análisis de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego de la UNALM

3.5. MATERIAL VEGETAL

3.5.1. Cultivar RIVERSIDE (Alabama, 2019)

Características: Sandía tipo Crimson con semillas; planta vigorosa y muy productiva de excelente adaptación; de fruto forma oblonga-alargada, de color de pulpa rojo intenso, muy dulce y crujiente, ideal para viajes largos. Peso promedio de fruto: 12-17 kg. (Figura 2).

Destino/Uso: Fresco y procesado.

Ciclo/Precocidad: 85 - 90 días

Fecha de siembra: Primavera a verano.

Densidad: 3500 - 5000 pl/ha.

Figura 2

Presentación física de semillas y fruto de sandía cv. Riverside



FUENTE: Alabama (2019).

3.5.2. Patrón o portainjerto

- a. Patrón COBALT:** Portainjerto de Cucurbitáceas del tipo *C. maxima* x *C. moschata*, de vigor alto. Planta bien equilibrada, sin exceso de vigor. Más precoz que otros portainjertos. Recomendado para injertar pepino, melón y sandía temprana.
- Alta resistencia a: *Fusarium oxysporum* f.ps. melonis (razas: 0,1,2,1.2); *Fusarium oxysporum* f.sp. radicis-lycorpesici y *Verticillium* y *Albo-atrum*.
 - Tolerancia intermedia a: *Fusarium oxysporum* f.sp. Niveum (Razas: 0-2).
- b. Patrón PELOPS:** Portainjerto de Cucurbitáceas del tipo *Lagenaria siceraria*, de vigor medio. Da una planta equilibrada y abierta. Producción uniforme y de muy buena calidad. Máxima precocidad respecto a otros híbridos de calabaza. Recomendado para injertos de sandía.
- Alta resistencia a: *Fusarium oxysporum* f.sp. melonis (Razas: 0,1,2,2.1) y *Verticillium albo-atrum*.
 - Tolerancia intermedia a: *Fusarium oxysporum* f.sp. Niveum (Razas: 0-2).
- c. Patrón BASALT:** Portainjerto de cucurbitáceas del tipo *C. moschata*, de vigor alto. Buena combinación con las variedades de pepino y sandía. Planta bien equilibrada con aporte de vigor. Recomendado para injertar pepino y sandía.
- Alta resistencia a: *Fusarium oxysporum* f.sp. melonis (Razas: 0,1,2,1.2); *Fusarium oxysporum* f.sp. Niveum (Razas: 0-2); *Fusarium oxysporum* f.sp. radicis-lycopersici y *Verticillium albo-atrum*.

3.6. INSUMOS AGRÍCOLAS

3.6.1. Insumos sólidos para el abonamiento

- a. Gallinaza, es un producto compuesto de heces de gallina, plumas y desperdicios de alimentos que se mezclan, las cuales presentan diferentes contenidos de nitrógeno, fibra y minerales, dependiendo del tipo de aves, dieta y edad de la cama. La cantidad de 1 kg de gallinaza de jaula o de piso contiene un promedio de 17 g de nitrógeno, 0.8 g de fósforo, 5.7 g de potasio, 1.12 g de calcio, 0.7 de magnesio y 2.1 g de azufre (Mejía y Palencia, citados por López, 2013).

- b. Mallki- Mejorador de suelos: es un abono mejorador de suelos, obtenido de la degradación controlada de residuos sólidos de crianza de aves, restos vegetales y otros componentes orgánicos. Incrementa la retención de agua, aporta microorganismos benéficos al suelo, e incrementa la capacidad de intercambio catiónico y aporta nutrientes disponibles como nitrógeno (1.5-1.8 %), fósforo (1.0-1.5%), potasio (2.0-3.0%) y micronutrientes (SAN FERNANDO, 2014).

3.6.2. Insumos líquidos para el abonamiento

- Oligomix CO: es un fertilizante foliar que contiene una gama de micronutrientes quelatizados. Contiene cobalto (Co), hierro (Fe), Zinc (Zn), manganeso (Mn), magnesio (Mg), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y níquel (Ni) (SERFI, 2020).

- Albamin: es un bioestimulante - biorregulador fisiológico anti estrés, a base de aminoácidos libres (%p/v: 50), nitrógeno líquido (%p/v: 8) y materia orgánica (%p/v: 48) con vitamina B1 (%p/v:0.10). Está indicado para ser aplicado en etapas con mayor desgaste energético de los cultivos tales como: post trasplante, crecimiento, prefloración y cuajado de frutos. Mantiene el equilibrio hídrico, potencia la síntesis de clorofila, mantiene una actividad normal en condiciones adversas (QUICORP, s.f.).

- Seaweed extract: es un bioestimulante y regulador de crecimiento vegetal,

orgánico-natural, a base de extractos de algas marinas, contiene 56 elementos, los mayores en forma soluble y los menores en forma quelatizada; además contiene carbohidratos, proteínas, ácidos orgánicos, vitaminas, trazas de aminoácidos y reguladores de crecimiento propios de las algas. Fomenta el desarrollo radicular; incrementa el vigor; induce una óptima floración y mejor fructificación (CONAGRA, s.f. a).

- Agrostemin GL: es un extracto 100% puro y natural de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*), compuesto por macro y micronutrientes (biológicamente complejados por aminoácidos), precursores hormonales de auxinas, giberelinas, citoquininas, poliaminas, ácidos jasmónicos, entre otros promotores de crecimiento, además de antioxidantes, carbohidratos y vitaminas. Promueve el desarrollo radicular y vegetativo, y estimula la floración. Así como reduce el estrés en el momento del trasplante (QUICORP, s.f.).

3.6.3. Ingredientes activos utilizados para el manejo de plagas y enfermedades

- Matrine: insecticida/acaricida orgánico de origen vegetal, de amplio espectro que actúa por contacto e ingestión (MONTANA, 2019). Acaricida biológico de origen vegetal, que actúa principalmente por contacto e ingestión a nivel del sistema nervioso central (Neoagrum, 2016).
- Rotenona: insecticida de origen natural, actúa por contacto e ingestión, afectando el sistema respiratorio y sistema nervioso de los insectos (FARMAGRO, s.f.).
- *Paecilomyces lilacinus*: nematocida agrícola, agente de control biológico microbiano, ataca a nemátodos en sus estadíos como huevo y juveniles.
- Saponinas + Extracto de Ficus: insecticida-acaricida biológico, orgánico y ecológico, actúa por contacto e ingestión, a nivel de exoesqueleto y neurotransmisores del insecto o ácaro (INVETISA, s.f.).

- Aceite agrícola de maíz: insecticida- acaricida biológico, actúa por contacto creando una capa aceitosa e impermeable sobre el cuerpo del insecto bloqueando su respiración y provocando su muerte por sofocación (CONAGRA, s.f. b).
- Spinosad: es un insecticida de origen natural, actúa por contacto e ingestión. Su modo de acción es a nivel del sistema nervioso central (Dow AgroSciences, s.f.).
- *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki: insecticida biológico producido por la esporulación de la bacteria. Actúa por ingestión, su acción es letal para larvas de lepidópteros en diferentes cultivos (INAP, s.f.).
- Azufre: azufre de uso agrícola concentrado, que actúa formando una capa protectora uniforme en la superficie de las hojas permitiendo el control de enfermedades fúngicas, ácaros y algunos insectos (Aris Industrial, sf.).
- Trampas Pegantes: usado para el monitoreo y control etológico como atrayente para algunas especies de insectos. Elaboramos con plástico amarillo el cual se adicionó en la superficie de ambas caras aceite de grado 40. Se puede utilizar otros líquidos pegantes.
- Trampas de Melaza: usado para el monitoreo y control etológico como atrayente de alimentación para lepidópteros, coleópteros y en menor grado de dípteros; el cual consta del uso de recipientes de plástico reciclado. En nuestro caso se elaboró solución de melaza y agua en relación de 1 a 4.

3.7. MANEJO DEL CULTIVO

a. Preparación del terreno

La preparación del terreno se inició con un riego de machaco o pesado, luego un arado de disco. Luego se formaron surcos mellizos, donde se estiraron las cintas de riego y finalmente se hizo una prueba de riego para ver el funcionamiento ideal de los goteros (Figura 3).

Figura 3

Campo experimental antes del trasplante, formado por surcos mellizos. La Molina, 2019



b. Almacigado

La siembra se hizo en el vivero de la empresa VEGETALES BOZELT SAC; primero se sembró el cultivar RIVER SIDE, que en este caso es el injerto y después de 5 días los portainjertos de PELOPS, COBALT Y BASALT. Se realizó el método de injerto tipo inglés simple, unidos mediante un gancho (Figura 4).

Figura 4

Plantas injertadas mediante la técnica de injerto inglés simple, realizada en el Vivero Bozelt SAC, 2019



c. Trasplante

El trasplante se hizo de forma manual a un distanciamiento de 1.00 m entre plantas y 4.5 m entre cama y cama (Figura 6), una planta por golpe, a una densidad de 4 444.44 plantas/ha. El trasplante se hizo a los 30 días después de la siembra del injerto en vivero y 25 días después de la siembra del portainjerto. Antes del trasplante se realizó

sumersión de las bandejas con plantines (Figura 5) para el control preventivo de nemátodos a base de *Paecilomyces lilacinus* a una dosis de 200 ml/40 l.

Luego del trasplante se colocó cebo tóxico al cuello o base de la planta. Este cebo tóxico está elaborado a partir de la mezcla de afrecho (40 kg/ha), melaza (10-15 kg/ha), *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki (1 kg/Ha) y agua para humedecer (40 L).

Figura 5

*Sumersión de plantines en solución nematicida a base de *Paecilomyces lilacinus**



Figura 6

Trasplante de plantas de sandía de acuerdo a los tratamientos (plantines con/sin portainjerto)



d. Abonamiento

A los 11 DDT se aplicó enmienda orgánica en forma de banda al costado de la planta. Luego a los 16 DDT se aplicó 10 t de gallinaza en banda en los surcos y finalmente a los 46 DDT se aplicó 5 t de gallinaza, también en banda en los surcos (cercano a las raíces de las plantas de sandía), como se observa en la Figura 7 y Figura 8. Adicionalmente se hicieron las aplicaciones foliares con microelementos, algas, aminoácidos, entre otros.

Figura 7

Primera aplicación de abono orgánico



Figura 8

Segunda aplicación de abono orgánico (gallinaza) en el campo experimental de sandía



e. Deshierbo

Se realizaron 10 deshierbos en total, cada semana y de forma manual o con escarda.

f. Manejo de Plagas y enfermedades

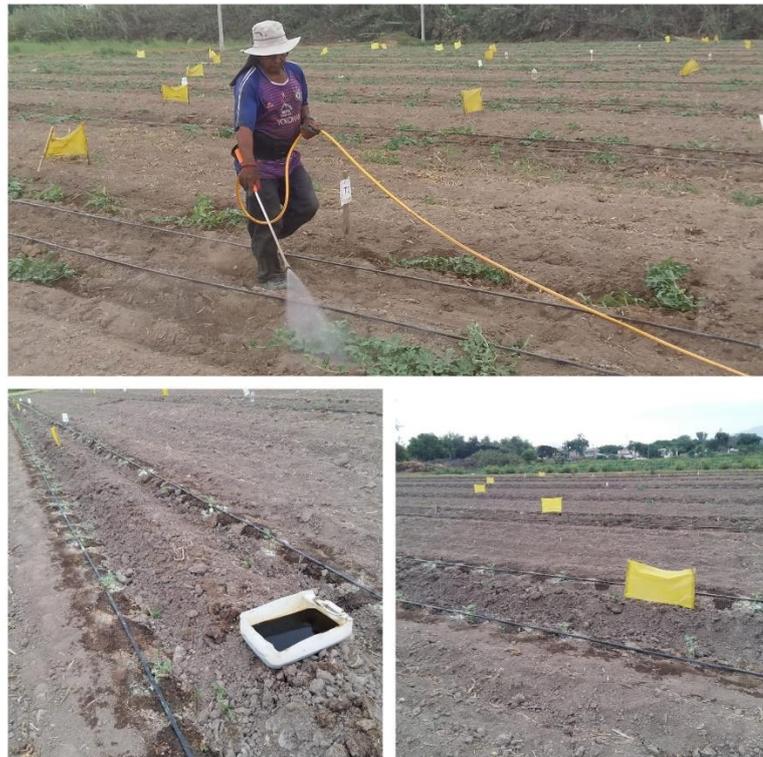
Para el manejo de plagas y enfermedades se realizó evaluaciones continuas de forma semanal, 2 a 3 veces por semana. Para el control preventivo y curativo se usaron productos ecológicos, dentro del programa de aplicaciones (Figura 9). Los principales problemas presentados fueron:

- Gusano barrenador de guías y frutos (*Diaphania nitidalis*): una de las principales plagas en cucurbitáceas. Se presentó principalmente en la etapa de floración y cuajado de frutos. Para ello se elaboró trampas de melaza y trampas pegantes amarillas; además se realizaron aplicaciones semanales con productos a base de spinosad; saponinas + extracto de ficus; aceite agrícola de maíz y rotenona.
- Gusano de tierra (*Agrotis spp.*, *Feltia spp.*): se presentó inicialmente, en la primera semana de trasplante, se colocó cebo tóxico a base de *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* en el cuello de la plántula trasplantada.

- Pulgón: se presentó al inicio entre las tres primeras semanas. Para ello se instalaron trampas pegantes amarillas y se realizó espolvoreo de azufre en polvo dos a tres veces por semana, se realizaron aplicaciones a base de rotenona; aceite agrícola a base de maíz y matrine.
- Arañita Roja: No se presentó. Pero igual se hizo aplicaciones preventivas a base de matrine; aceite agrícola a base de maíz y azufre en polvo.
- Mosca blanca: se observó muy poca presencia. Para ello se hicieron aplicaciones preventivas a base de matrine y azufre en polvo.
- Oidium (*Erysiphe cichoracearum*): se observó mayor presencia en las etapas de cuajado y maduración, casi al final. Para ello se aplicaba de dos a tres veces por semana de azufre en polvo, sobre todo a la base de la planta

Figura 9

Aplicación de insumos para el manejo ecológico de plagas e instalación de trampas etológicas



g. Cosecha

La cosecha se realizó de forma intersemanal entre los meses de marzo y comienzos de mayo. En total se realizaron 4 cosechas (Figura 10).

Los frutos se cosecharon de forma manual, algunos indicadores de madurez eran zarcillo seco cercano, sonido hueco y mancha cremosa o amarillenta en la base del fruto.

Figura 10

Cosecha del cultivo de sandía (Citrullus lanatus)



h. Poscosecha

Después de la cosecha, posteriormente se evaluaron los parámetros cualitativos y cuantitativos de los frutos (Figura 11).

Figura 11

Evaluación de parámetros de rendimiento y calidad en sandía



3.8. SISTEMA DE RIEGO

Se dispuso de un sistema de riego tecnificado por goteo; los riegos fueron programados de tres a cuatro veces por semana dependiendo del estado fenológico del cultivo entre 3 a 4 horas por riego. El número total de riegos varió entre 60-65, con un volumen cercano a los 2 124 m³/ha/campaña.

3.9. TRATAMIENTOS

La tabla 7 resume los portainjertos que se evaluaron sobre el cv. Riverside. El tratamiento testigo (T0) fue el cv. Riverside sin injertar.

Tabla 7

Tratamientos utilizados en el ensayo experimental de portainjertos de sandía

Tratamiento	Portainjerto	Especie
T0	Sin injertar	-
T1	PELOPS	<i>Lagenaria siceraria</i>
T2	COBALT	<i>C. máxima X C. moschata</i>
T3	BASALT	<i>C. moschata</i>

3.10. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El experimento se desarrolló dentro de una parcela comercial de sandía, en el Campo Alegre 4, del Programa de Hortalizas de la UNALM, con las siguientes características (Tabla 8).

Tabla 8

Características del área experimental del presente ensayo, La Molina, 2019

Descripción	Unidad	Cantidad
Área de la unidad experimental (u.e.)		
Número total de las u.e.	(und.)	16
Número de camas por u.e.	(und.)	2
Largo total por u.e.	(m)	15
Ancho total por u.e.	(m)	4.5
Área total por u.e.	(m ²)	67.5
Área experimental en los tratamientos		
Número de tratamientos	(und.)	4
Área total por tratamiento	(m ²)	270
Área experimental en los bloques		
Número de bloques	(und.)	4
Ancho de bloque	(m)	18
Longitud de bloque	(m)	15
Área total por bloque	(m ²)	270
Área experimental neta	(m ²)	1080
Distanciamiento entre camas	(m)	0.7
Distanciamiento de calles	(m)	1
Área experimental total	(m ²)	1170

3.11. DISEÑO EXPERIMENTAL

El ensayo se instaló siguiendo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), que consistió de cuatro tratamientos (T0, T1, T2, T3) y 4 bloques. La distribución de los tratamientos se realizó aleatoriamente en las unidades experimentales de cada bloque.

Para la comparación de medias se empleó la prueba de Duncan al 5%.

El modelo aditivo lineal para este diseño de bloques completos al azar es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

i: 1,2,...,t

j: 1,2,..., b

Y_{ij}: es el valor observado en el i-ésimo tratamiento y en el j-ésimo bloque

μ : es el efecto de la media general.

τ_i : es el efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j : es el efecto de la j-ésima bloque

ε_{ij}: es el efecto del error experimental en el i-ésimo tratamiento, j-ésimo bloque

i: tratamiento;

b: bloque

Con un total de 4 tratamientos, 4 bloques y 16 unidades experimentales. La tabla 9, muestra el análisis de varianza que fue utilizado para el procesamiento de los datos experimentales.

Tabla 9
Grados de libertad para análisis de varianza del ensayo experimental de portainjertos de sandía

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F
Tratamiento	$t-1 = 3$	SC(Trat)	$SC(Trat)/(t-1)$	$CM(Trat)/CM(Error)$
Bloque	$b-1 = 3$	SC(Bloq)	$SC(Bloq)/(b-1)$	
Error	$(t-1)(b-1) = 9$	SC(Error)	$SC(error)/(t-1)(b-1)$	
Total	$tb-1 = 15$	SC(Total)		

Donde:

t = Número de tratamientos

b = Número de bloques

Los datos obtenidos de la evaluación de las variables en los diferentes tratamientos fueron sometidos al análisis de variancia (ANVA). El análisis estadístico fue realizado empleando el software R Studio.

3.12. VARIABLES EVALUADAS

3.12.1. Variables de rendimiento

a. Rendimiento total en peso

Luego de la recolección de frutos de cada tratamiento se procedió a pesar los frutos, obteniendo un rendimiento total (kg/ha). A partir del rendimiento de cada unidad experimental.

b. Rendimiento comercial

Luego de la recolección de frutos de cada tratamiento se pesaron frutos comerciales, obteniendo un rendimiento comercial (kg/ha), en el cual se excluyó el descarte por daño mecánico, biológico, frutos con peso promedio menor o deformaciones.

3.12.2. Variables de calidad

a. Número total de frutos

Se contó el número de frutos totales de cada parcela. Para ello, en cada cosecha se contabilizó el número de frutos por unidad experimental, de tal manera que al finalizar el ensayo se contabilizó todo.

b. Número total de frutos comerciales

Se contó el número de frutos comerciales de cada parcela (sin incluir frutos malogrados, dañados, con deformaciones o calibres muy debajo de lo estimado para esta variedad). Para ello, en cada cosecha se contabilizó el número de frutos por parcela, de tal manera que al finalizar el ensayo se contabilizó todo.

c. Número de frutos/planta

Se contabilizó el número de frutos por planta y se halló la relación de número de frutos entre el número de plantas de dichas parcelas.

d. Rendimiento por cosecha

Se registraron las fechas, número de cosechas y rendimiento por tratamiento y se vio las curvas de producción según las cosechas realizadas.

e. Peso promedio de frutos comerciales

Se obtuvo dividiendo el rendimiento por parcela entre el número de frutos. Así como el peso según categorías.

f. Longitud y diámetro de fruto

Se midió con un vernier el largo y ancho del fruto.

g. Grosor de la cáscara (cm)

Se tomó el fruto más representativo por cada parcela y de cada cosecha, luego se midió con un vernier el grosor de la cáscara. El grosor de cáscara es importante para el manipuleo o manejo post cosecha del fruto, ya que un grosor adecuado impide que el fruto se rompa con facilidad. Además, la sandía es una fruta que se conserva mejor con una cáscara gruesa, que le permite soportar en buenas condiciones durante varios días a temperatura ambiente (Sánchez, 2018).

h. Porcentaje de sólidos solubles central y periférica

Se tomó un fruto representativo por parcela y en cada cosecha; se cortó en la parte ecuatorial y de la parte central y periférica se determinó el porcentaje de sólidos solubles en el jugo con el refractómetro.

i. Temperatura del fruto central y periférica

Se tomó un fruto representativo por parcela y en cada cosecha; se cortó en la parte ecuatorial y de la parte central y periférica se determinó la temperatura proveniente del jugo del fruto.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RENDIMIENTO

4.1.1. Rendimiento total en peso

Los rendimientos totales obtenidos en el presente ensayo se aprecian en la Tabla 10. Los rendimientos variaron entre 52.10 y 79.22 t/ha. El mayor rendimiento se observó al usar el portainjerto COBALT (T2) y el menor rendimiento se observó usando el portainjerto BASALT (T3). Según la prueba de medias de Duncan al 5 % no se observaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos evaluados, por lo que se infiere que, bajo las condiciones del presente ensayo, los rendimientos son similares estadísticamente.

Se puede observar en la Figura 12 que el tratamiento testigo (T0) que son plantas sin injertar, tuvo un mayor rendimiento a los tratamientos T1 y T3 los cuales son plantas injertadas. El T2 aparentemente es mejor que los dos otros portainjertos, esto puede deberse a que el T1 –portainjerto Pelops que es del tipo *Lagenaria siceraria* y el T3 –portainjerto que es del tipo *Cucurbita moschata* presentan menor vigor y rendimiento (Maroto *et al.*, 2002).

El T2 – portainjerto COBALT que es una cucurbita híbrida *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata* le confiere mayor vigor a la planta, es muy productiva y con frutos de gran calibre (Maroto *et al.*, 2002).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2008) nos indica que el uso del portainjerto híbrido del género cucurbita (*C. maxima* X *C. moschata*) como RS841 (Seminis) y Shintosa Camelforce (Nunhems) en el cultivo de sandía, incrementaron la producción en 115% y 41 % a la planta franca. En el cual donde se instaló las plantas francas se hizo un tratamiento con bromuro de metilo.

Moreno *et al.* (2015) mencionan que los cvs. 1414, Catira y Sta. Amelia injertados con patrón Marathon (*C. maxima* X *C. moschata*) obtuvieron mejores rendimientos sobre plantas francas. El cv. 1414 injertado sobre el patrón Marathon, obtuvo mejor rendimiento que el patrón Macis (*Lagenaria siceraria*) y plantas francas.

Tabla 10

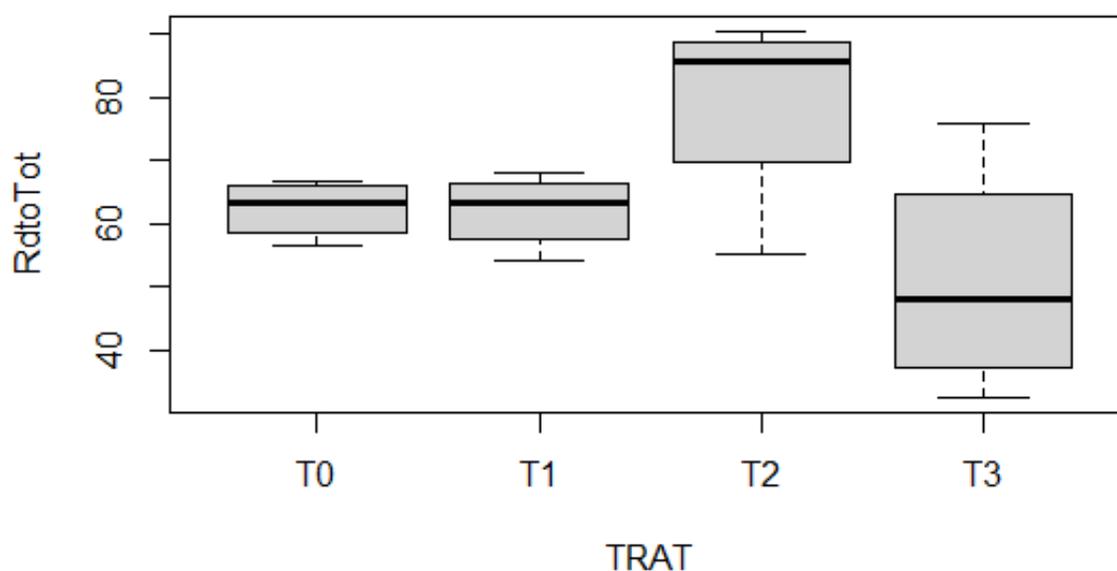
Rendimiento total (t/ha) y por cosecha empleando portainjertos en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus) cv. Riverside. La Molina, Lima, 2019

Tratamientos	Total t/ha	Cosechas							
		Primera		Segunda		Tercera		Cuarta	
		t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%
T0 TESTIGO (Sin injertar)	62.37 ab	3.36	5.39	28.25	45.29	21.36	34.25	9.40	15.07
T1 PELOPS	62.14 ab	0.00	0.00	17.87	28.76	29.07	46.78	15.20	24.46
T2 COBALT	79.22 a	0.00	0.00	4.70	5.93	26.22	33.10	48.29	60.96
T3 BASALT	51.10 b	0.00	0.00	0.00	0.00	10.17	19.90	40.93	80.10
Promedio	63.71	0.84	1.35	12.71	20.00	21.71	33.51	28.46	45.15
Significación ANVA	n.s.								
C.V.	23.15								

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Duncan con un $\alpha=0.05$

Figura 12

Rendimiento total (t/ha), empleando portainjertos en el cultivo de sandía



4.1.2. Rendimiento comercial

Los rendimientos comerciales obtenidos en el presente ensayo se aprecian en la Tabla 11. Los rendimientos variaron entre 40.36 y 61.74 t/ha. El mayor rendimiento se observó al usar el portainjerto COBALT (T2) y el menor rendimiento se observó en el tratamiento que se usó el BASALT (T3) (Figura 13). Según la prueba de medias de Duncan al 5% no se observaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos evaluados, por lo que se infiere que, bajo las condiciones del presente ensayo, los rendimientos son similares estadísticamente.

Se puede observar en la Figura N° 13 que el T1 (PELOPS) tuvo un mayor rendimiento mayor solo a los tratamientos T0 (sin injertar) y T3 (BASALT). Recordemos que, para nuestro caso, el rendimiento comercial es el rendimiento total menos el descarte, este puede deberse a daño mecánico, biológico o por ser un parámetro no deseado por el mercado, como peso y tamaño de fruto. En el caso de parámetros no muy deseados por el mercado se descartaron los frutos menores de 4 kg, ya que además de acuerdo a la ficha técnica no cumple está característica.

Podemos observar también que el T0, T1, T2 y T3 tienen una disminución del rendimiento total en un 10.46 %, 8.04 %, 12.40 % y 11.75 % respectivamente. Se puede notar que el T2 perdió más kilaje esto se debe a los daños mencionados anteriormente. Sin embargo, es el que se sigue manteniendo con mejor rendimiento comercial. El T1 es el que tuvo menor pérdida, esto se puede deber a que su calidad es más homogénea que las demás.

Según Huitron (citado por INTAGRO, 2020) nos indica que el portainjerto *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata* tiene una alta compatibilidad en el injerto con el cultivo de sandía. El portainjerto *Cucurbita moschata* tiene una limitada compatibilidad con el cultivo de sandía y el portainjerto *Lagenaria siceraria* tiene una alta compatibilidad con el cultivo de sandía. Lo cual según nuestros rendimientos comerciales observados vemos que el T2 (patrón *C. maxima* X *C.moschata*) fue el que tuvo más alto rendimiento afirmando la alta compatibilidad, también lo confirma el T1 (patrón *L. siceraria*) que es el segundo portainjerto que tuvo alto rendimiento. Y se confirma la limitada compatibilidad con el cultivo de sandía el T3 (patrón *C. moschata*).

En un estudio del comportamiento de diferentes portainjertos en cultivo de sandía sin pepitas se usó como patrones híbridos interespecíficos (5) de *C. maxima* x *C. moschata*, *C. moschata* (1), *Lagenaria siceraria* (1) y *Citrullus lanatus* (1), con un total de 9 tratamientos incluyendo el testigo (sin injertar). En el cual los dos primeros con mejores rendimientos se obtuvieron con portainjertos de *C. maxima* x *C. moschata*, en tercer lugar, se dio con el portainjerto *C. moschata*, en noveno lugar con un bajo rendimiento se dio con el portainjerto *L. siceraria* y por último con el menor valor el tratamiento testigo (Baixauli *et al.*, 2013). Esta investigación se realizó en España, entre los meses de abril y julio, en la estación de primavera hasta inicios de verano. Según lo mencionado podemos reafirmar que el T2 (patrón *C. maxima* x *C. moschata*) también ha presentado un alto rendimiento comercial. Según nuestras condiciones climáticas y edáficas el T1 (patrón *L. siceraria*) ha resaltado más que el T3 (patrón *C. moschata*). Debemos aclarar que cultivo se dió en pleno verano finalizando a inicios de otoño.

Según Flores (2017), las plantas injertadas obtuvieron 118.55 t/ha y las plantas sin injertar obtuvieron 59.01 t/ha de promedio. Según Borda (2015), realizó un trabajo de investigación en el cual consistió evaluar los efectos de la fertilización foliar de potasio en el rendimiento y calidad del cultivo de sandía cv. Black Fire bajo un sistema de producción convencional realizado en Cañete, el cual sus rendimientos oscilaron entre 44.34 – 54.55 t/ha. Según Sánchez (2018), en su trabajo de investigación vió el efecto del uso de extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de sandía cv. Sandy bajo un sistema de producción convencional realizado en La Molina, los rendimientos variaron entre 51.46 – 59.77 t/ha. Por su parte Panta (2015), en su investigación evaluó el efecto de la aplicación de fertilizantes potásicos en el rendimiento y calidad de cultivo de sandía cv. Black Fire realizada en Cañete bajo un sistema de producción convencional, donde sus rendimientos variaron entre 19.22 – 36.12 t/ha. Según Horna (2016), en su trabajo de investigación evaluó fuentes de potasio foliar para evaluar el rendimiento y calidad en el cultivo de sandía cv. Black Fire en un sistema de producción convencional, los rendimientos oscilan entre 18.75 – 23.17 t/ha. Calizaya (2013), en su trabajo titulado “Influencia de cinco fuentes de materia orgánica en el rendimiento y calidad del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb) en la zona de La Yarada – Dpto. de Tacna”, obtiene rendimientos que oscilan entre 36.71 – 72.70 t/ha. En nuestro sistema de producción orgánica se utilizó 15 t/ha de gallinaza en total, 10 t a los 16 DDT y luego 5 t/ha a los 46 DDT, donde los rendimientos del ensayo fluctúan entre

40.36 – 61.74 t/ha en un sistema de producción orgánica, el cual se asemeja y en algunos casos supera el rendimiento de un sistema de producción convencional, siendo un factor determinante y positivo en la rentabilidad del cultivo. Nuestro rango se encuentra dentro del parámetro promedio normal de rendimiento (ton/ha). Esta respuesta positiva puede deberse a un mejor desarrollo radicular y con ello una mejor absorción de agua y nutrientes.

Moreno *et al.* (2015), menciona que la densidad de plantas injertadas a usar es de 4 400 plantas/ha, mientras que en plantas francas la densidad es de 7 000 – 10000 plantas/ha. Del cual nos encontramos del rango de densidad en plantas injertadas con una densidad de 4 444.44 plantas/ha donde las plantas. Por lo que serían menores o no habría problemas con respecto a la competencia de factores como nutrientes, espacio, etc. Y el riesgo de infección por muerte de plántulas es menor, ya que los tejidos vegetales se encuentran un poco más alejados. Por otra parte el número de plantas a tratar son menores.

En cuanto a los costos de producción, obtendremos mejor rentabilidad si es que nuestro rendimiento es alto o lo estimado para alcanzar ganancias. En el caso de producción de sandía según un manejo convencional y plantas no injertadas el costo de producción fluctúa entre s/. 20 050 – 22 050 por Ha, el cual incluye costo por semilla, servicio de plantines, fertilizantes, manejo fitosanitario, mano de obra, alquiler de terreno, preparación de terreno y costos extras. En el caso usemos plantines injertados a una densidad de 4 500 plantas/ha el costo de producción se elevaría entre s/. 25 200 – 26 550 /ha, tomando en consideración que el costo por plantín injertado listo para ser sembrado varía entre s/. 1.20 – 1.50, por lo que estaríamos hablando que el costo por plantines de sandía injertada por hectárea sería entre s/. 5 400 – s/. 6 750. Si estimamos un rendimiento entre 50 y 70 ton/ha y el precio es de s/. 0.70/kg, podremos obtener un ingreso por ventas de s/. 35 000 – 49 000/ha. Obteniendo un ingreso total de s/. 8 450 – s/. 22 450 /ha (usando un costo de producción de s/. 26 550). Además, debemos recordar que para el mercado orgánico los precios son mayores, por ejemplo, si el kg de sandía orgánica equivale s/. 0.90, se podría obtener un ingreso total de s/. 18 450 – s/. 36 450 /ha (usando un costo de producción de s/. 26 550).

Además, se debe mencionar según el reglamento técnico para los productos orgánicos (D.S. N° 044 – 2006 – AG), es que no se puede usar semillas, polen, plantas o materiales de propagación transformados mediante la ingeniería genética, lo cual los injertos no se

encuentran dentro de esa definición. Siendo esta una técnica ecoamigable con el medio ambiente.

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Duncan con un $\alpha=0.05$.

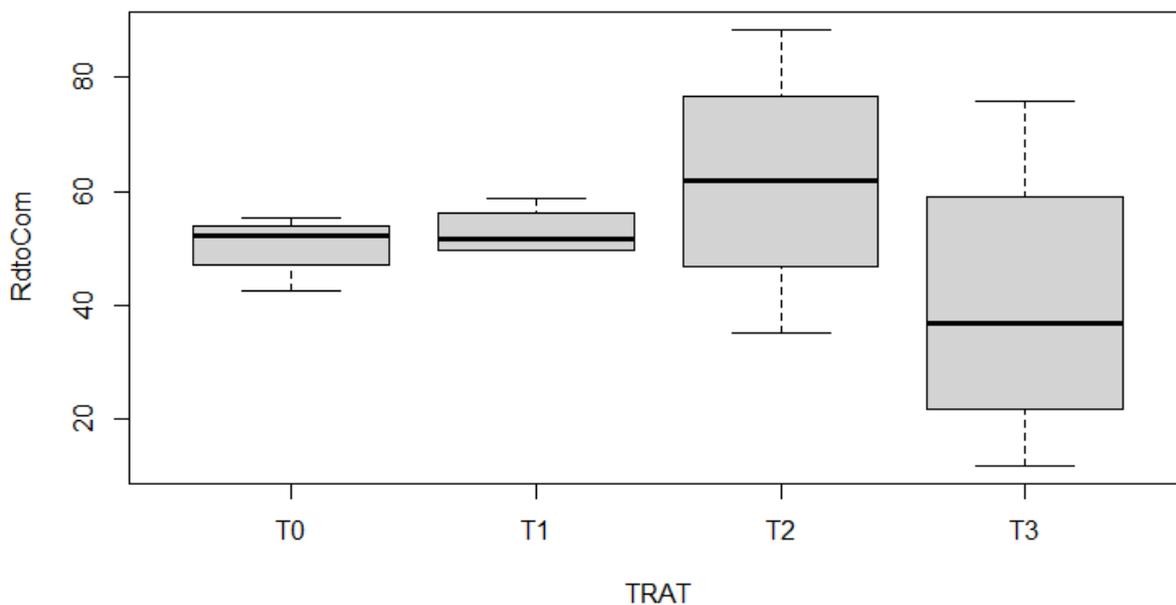
Tabla 11

Rendimiento comercial (t/ha) y por cosecha empleando portainjertos en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus) cv. Riverside. La Molina, Lima - 2019

TRATAMIENTOS		Total t/ha	Cosechas							
			Primera		Segunda		Tercera		Cuarta	
			t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%
T0	TESTIGO (Sin injertar)	50.56 a	3.36	6.65	27.38	54.15	19.82	39.20	0.00	0.00
T1	PELOPS	52.89 a	0.00	0.00	17.57	33.22	27.76	52.49	7.56	14.29
T2	COBALT	61.74 a	0.00	0.00	4.55	7.37	25.04	40.56	32.15	52.07
T3	BASALT	40.36 a	0.00	0.00	0.00	0.00	10.03	24.85	30.33	75.15
	Promedio	51.39	0.84	1.66	12.38	23.69	20.66	39.27	17.51	35.38
	Significación ANVA	n.s.								
	C.V.	39.37								

Figura 13

Rendimiento comercial (t/ha), empleando portainjertos en el cultivo de sandía



4.2. CALIDAD

4.2.1. Número total de frutos

El rendimiento total expresado en número de frutos/ha (miles de frutos/ha) se resume en la Tabla 12. El mayor número de frutos se logró con el tratamiento T2 usando el portainjerto COBALT con 14.00 mil frutos/ha y el menor número fue de 9.78 mil frutos/ha usando el tratamiento T1 (portainjerto PELOPS). Tampoco se observó diferencias significativas entre las medias de los diferentes tratamientos según la prueba de medias de Duncan al 5%.

El tratamiento testigo (T0) obtuvo 11.41 miles de frutos/ha, siendo cercano al promedio de 11.27 miles/ha. Según la Figura 14 se puede observar que el T1 presenta menor cantidad de frutos que T3 y T0 (lo cual no concordaría con los resultados en rdto. total y comercial), esto puede deberse a que el T1 presente frutos de mayor calibre, por lo que hace menor cantidad de frutos. El tratamiento T2 obtuvo el mayor número de frutos al igual que el mayor rendimiento total y comercial lo que podría decirse que hay una relación proporcional entre estas variables.

García *et al.* (2018) mencionan que los portainjertos de sandía silvestre (*Citrullus lanatus* var *citroides*) producen menor cantidad de frutos, con diferencia estadística con los portainjerto de los híbridos interespecíficos (*C. maxima* x *C. moschata*).

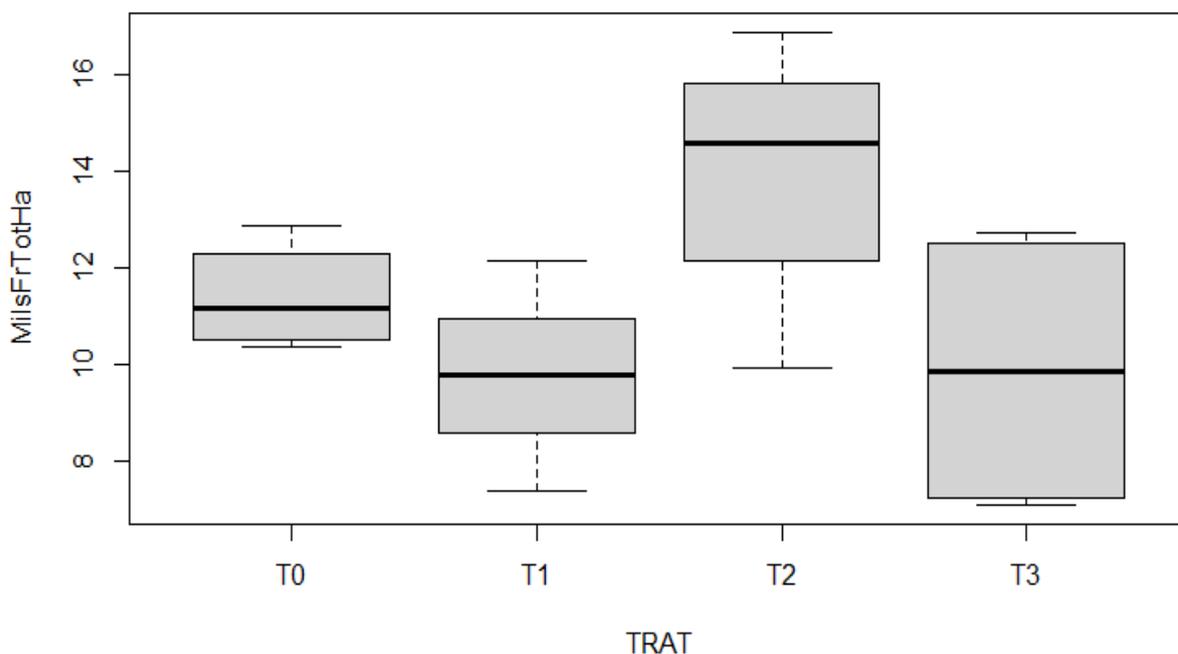
Tabla 12

Número total de frutos en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus) cv. Riverside empleando portainjertos. La Molina, Lima - 2019

	Tratamientos	miles/ha
T0	TESTIGO (Sin injertar)	11.41 a
T1	PELOPS	9.78 a
T2	COBALT	14.00 a
T3	BASALT	9.89 a
	Promedio	11.27
	Significación ANVA	n.s.
	C.V.	23.63

Figura 14

Número total de frutos (miles/ha), empleando portainjertos en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus) cv. Riverside. La Molina, Lima, 2019



4.2.2. Número de frutos comerciales

El rendimiento comercial expresado en número de frutos/ha se resume en la Tabla 13 y Figura 15. El mayor número de frutos se logró con el T2 que es el híbrido de cucurbita con 9.60 miles/ha y el menor número frutos lo obtuvo T3 que es *Cucurbita moschata* con 6.45 miles/ha. Tampoco se observó diferencias significativas entre las medias de los diferentes tratamientos según la prueba de medias de Duncan al 5%.

Recordemos que aquí hemos incluido frutos comerciales que no presenten daños mecánicos o biológicos o que pesen menos de 4 kg, peso que está por debajo de la calidad presentada para el cv. Riverside.

Podemos notar que el testigo (T0) obtuvo 7.48 miles/ha, cercano al promedio de 7.65 miles/ha. Se puede observar que el menor número de frutos al igual que el rendimiento total como comercial se obtuvo con el tratamiento T3 (*Cucurbita moschata*). El cual como planta individual se caracteriza por tener tallos angulosos, erizados, de pelos, crecimiento indefinido y alta exigencia en calor (Maroto *et al.*, 2002).

Según Swiader *et al.* (citado por Maroto, 2002), estudiaron la problemática de abonado nitrogenado en la especie *Cucurbita moschata* en condiciones de secano y regadío, estimando los niveles de nitratos en los peciolo para ver los valores de N en el suelo. En el cual determinaron que la fertilización óptima nitrogenada para suelos de secano era 44-158 kg/ha y para suelos de regadío era 125-225 kg/ha. Pero si se aumenta las tasas fertilización nitrogenada entre 202 -269 kg N/ha, las cosechas se retrasan en 9 días en suelos de secano y 15 días en suelos de regadío en comparación con tasas más bajas de nitrógeno.

Este retraso en las cosechas del T3 en la producción puede deberse a un excesivo aumento de vigor de las plantas, además se observó que los tallos eran muy turgente y quebradizos, el cual también estaría asociado a este problema en estas condiciones edafo-climáticas.

Según Borda (2015), en su trabajo de investigación el número de frutos/ha (en miles) de sandía oscilaron entre 5.5 – 7.2. Sanchez (2018), menciona en sus resultados que el número de frutos/ha (en miles) oscilan entre 4.2 – 5.9. Horna (2016), por su parte menciona que el número de frutos/ha (en miles) fluctúa entre 2.5 – 3.1. Y Salinas (2015), menciona en sus resultados que el número de frutos/ha (en miles) fluctúa entre 3.4 – 5.4. En estos ensayos se realizó la producción de sandía bajo un manejo de producción convencional. Según nuestro trabajo de investigación y bajo el manejo de producción orgánico fluctuó entre 6.45 – 9.60 miles de frutos/ha, en el cual se encuentra dentro del rango superior a los mencionados y además el T2 (*C. maxima X C. moschata*) supera al mayor rango mencionado de estos trabajos de investigación.

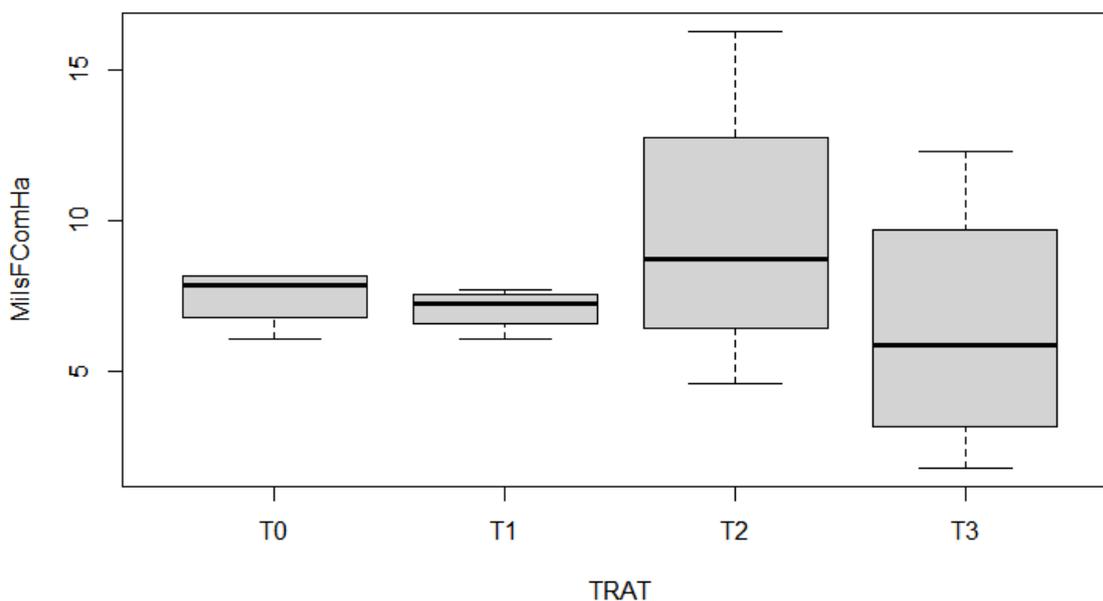
Tabla 13

Número de frutos comerciales empleando portainjertos en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus) cv. Riverside. La Molina, Lima - 2019

	TRATAMIENTOS	miles/ha
T0	TESTIGO (Sin injertar)	7.48 a
T1	PELOPS	7.07 a
T2	COBALT	9.60 a
T3	BASALT	6.45 a
	Promedio	7.65
	Significación ANVA	n.s.
	C.V.	50.22

Figura 15

Número de frutos comerciales (miles/ha), empleando portainjertos en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus) cv. Riverside. La Molina, Lima, 2019



4.2.3. Número de frutos / planta (comercial)

El número de frutos/planta se resume en la Tabla 14 y se visualiza en la Figura 16. Estas cifras se obtuvieron al sumar todos los frutos de cada cosecha entre el número de plantas contabilizadas en las parcelas experimentales. Podemos notar que el T2 presenta mayor N° de frutos/planta con 2.34. Y el que menor valor presenta es T3 con 1.49 frutos/planta. Tampoco se observó diferencias significativas entre las medias de los diferentes tratamientos según la prueba de medias de Duncan al 5%.

Según Calizaya (2013), menciona que al usar gallinaza en la incorporación al suelo se obtiene 5.5 frutos promedio mayor de sandía que al usar otros estiércoles como el vacuno y ovino.

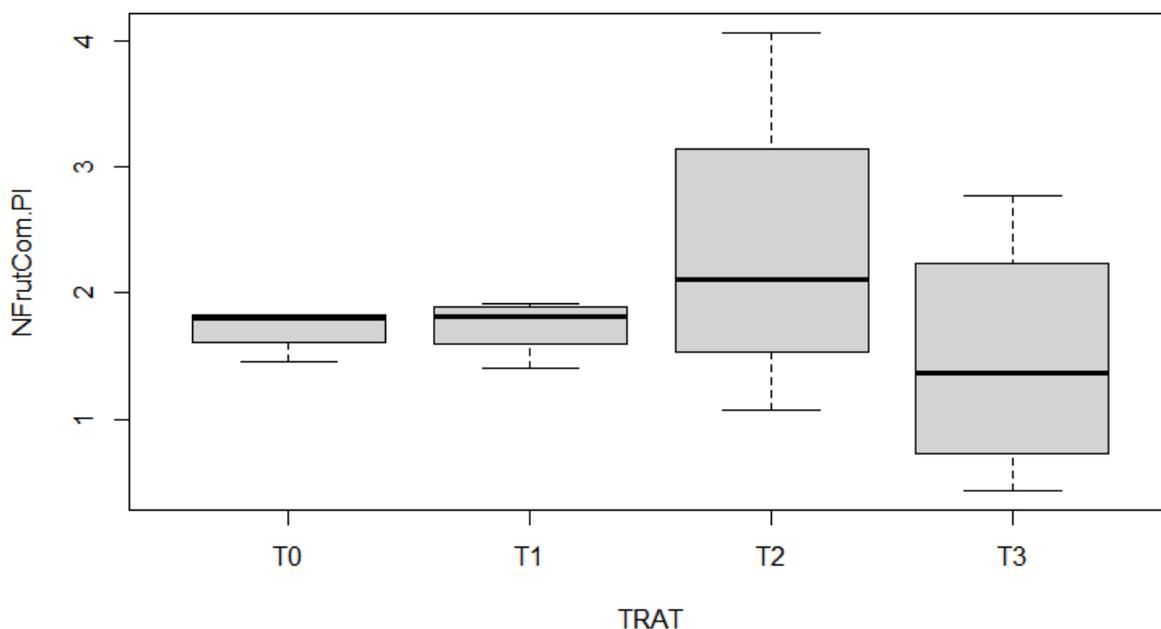
Tabla 14

Número de frutos comerciales/planta empleando portainjertos en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus) cv. Riverside. La Molina, Lima - 2019

	TRATAMIENTOS	N° Frut Com/Pl
T0	TESTIGO (Sin injertar)	1.72 a
T1	PELOPS	1.74 a
T2	COBALT	2.34 a
T3	BASALT	1.49 a
	Promedio	1.82
	Significación ANVA	n.s.
	C.V.	50.98

Figura 16

Número de frutos comerciales/planta, empleando portainjertos en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus) cv. Riverside. La Molina, Lima, 2019



4.2.4. Rendimiento por cosecha

Se realizaron cuatro cosechas, en la Figura 17 se detalla los rendimientos por cosecha obtenidos en el presente ensayo y el porcentaje que representan cada una de ellas del rendimiento total (Tabla 10). Se aprecia que el testigo (T0) sin injertar, es el más precoz, luego le sigue el patrón Pelops (T1, Tipo *Lagenaria siceraria*), luego el patrón Cobalt (T2, Tipo *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*) y por último el patrón Basalt (T3, Tipo *Cucurbita moschata*).

Podemos observar también que el T0 y T1 tienen una tendencia a bajar la producción debido a que su pico más alto de desarrollo se ha logrado en un cierto tiempo (se observa una línea de tendencia del crecimiento y desarrollo completo, con un ascenso y descenso). El T0 inició a los 66 DDT, el cual terminó con 4 cosechas; el T1 inició a los 77 DDT, con un total de 3 cosechas; el T2 inició a los 77 DDT, con un total de 3 cosechas y el T3 inició a los 91 DDT, terminando con 2 cosechas. Con respecto al T2 se observa la tendencia en la producción sigue en aumento, no se tuvo otra cosecha para observar esta característica o descenso de la curva de producción, mencionar que las temperaturas descendían mientras se daba el llenado y maduración de los frutos. Lo mismo ocurría con el T3, pero este inicio su primera cosecha

un poco más tarde, el más tardío de todos los tratamientos. Las plantas de este último presentaban un excesivo vigor, con tallos suculentos y quebradizos.

El efecto del portainjerto del tipo *L. siceraria* sobre sandía se vio en la producción, precoz en 15,76% mayor con respecto a las plantas no injertadas, en algunos casos hasta del 19,22%. Sin embargo, en otros estudios, se ha reportado menor precocidad en cosecha de sandía injertada en calabaza, lo que se atribuye a mayor absorción de nitrógeno expresado en mayor crecimiento vigoroso de la plantas y retraso en la maduración de los frutos (Huang *et al.*, 2016). Estos mismos investigadores señalan que *Lagenaria* como portainjerto son menos eficientes en la absorción de nutrientes de N, K y Mg, lo que explicaría la respuesta de mayor precocidad registrada en el presente estudio (Suárez *et al.*, 2016). Según nuestras condiciones edafoclimáticas el T1, T2 y T3 han sido más tardíos con respecto al testigo. Y con respecto al uso del T1, es más precoz a los demás (T2 y T3), esto puede deberse a la baja absorción del nutriente mencionado.

Según la data obtenida por la estación meteorológica del PIPS de hortalizas en la UNALM (2019), podemos observar que las temperaturas a finales de febrero comienzan a bajar ligeramente, luego a mediados de marzo las temperaturas ya comienzan a descender más rápido con una temperatura media de 24.6 °C con un mínimo de 20.6 °C y un máximo de 29.9 °C; en el mes de abril podemos observar una temperatura media de 22.7 °C con un mínimo de 18.6 °C y un máximo de 27.8 °C. Con respecto a la humedad relativa también comienza a aumentar. Debemos recordar que esta investigación se comenzó en verano y se terminó a inicios de otoño del 2019.

Según Huitrón (citado por INTAGRI, 2020), menciona que el portainjerto *C. maxima* x *C. moschata* tiene alta tolerancia a bajas temperaturas y sales. El portainjerto *C. moschata* tiene mediana tolerancia a las bajas temperaturas y sales. El portainjerto *Lagenaria siceraria* tiene limitada tolerancia a las bajas temperaturas y mediana tolerancia a sales. Según nuestros resultados pudimos observar que mientras la temperatura fue bajando algunos tratamientos fueron más tolerantes, pudieron darse más cosechas y de forma temprana, como en el caso del testigo, luego T1 (patrón *L. siceraria*) que presenta limitada tolerancia a bajas temperaturas, pero bajo estas condiciones y por su bajo vigor permitieron su precocidad; el T2 (patrón *C. maxima* x *C. moschata*) presentó cosechas de forma escalonada y en cantidad

lo cual confirma su tolerancia a bajas temperaturas y por último el T3 (patrón *C. moschata*) indica que es más susceptible a las bajas temperaturas como se indica anteriormente, por lo que se vio afectada, añadiendo el alto vigor a este último.

Según Bixauli *et al.* (2013), en su estudio observa que los portainjertos que presentar mayor vigor son del tipo *C. maxima* x *C. moschata*, *Cucurbita moschata*, *Citrulus lanatus* y *Lagenaria siceraria* en ese orden respectivamente (de forma descendente). Según nuestras condiciones edafoclimáticas, siendo un suelo franco arenoso, y con temperaturas que iban en descenso, quien se mostró con mayor vigor fue el T3 (*Cucurbita moschata*).

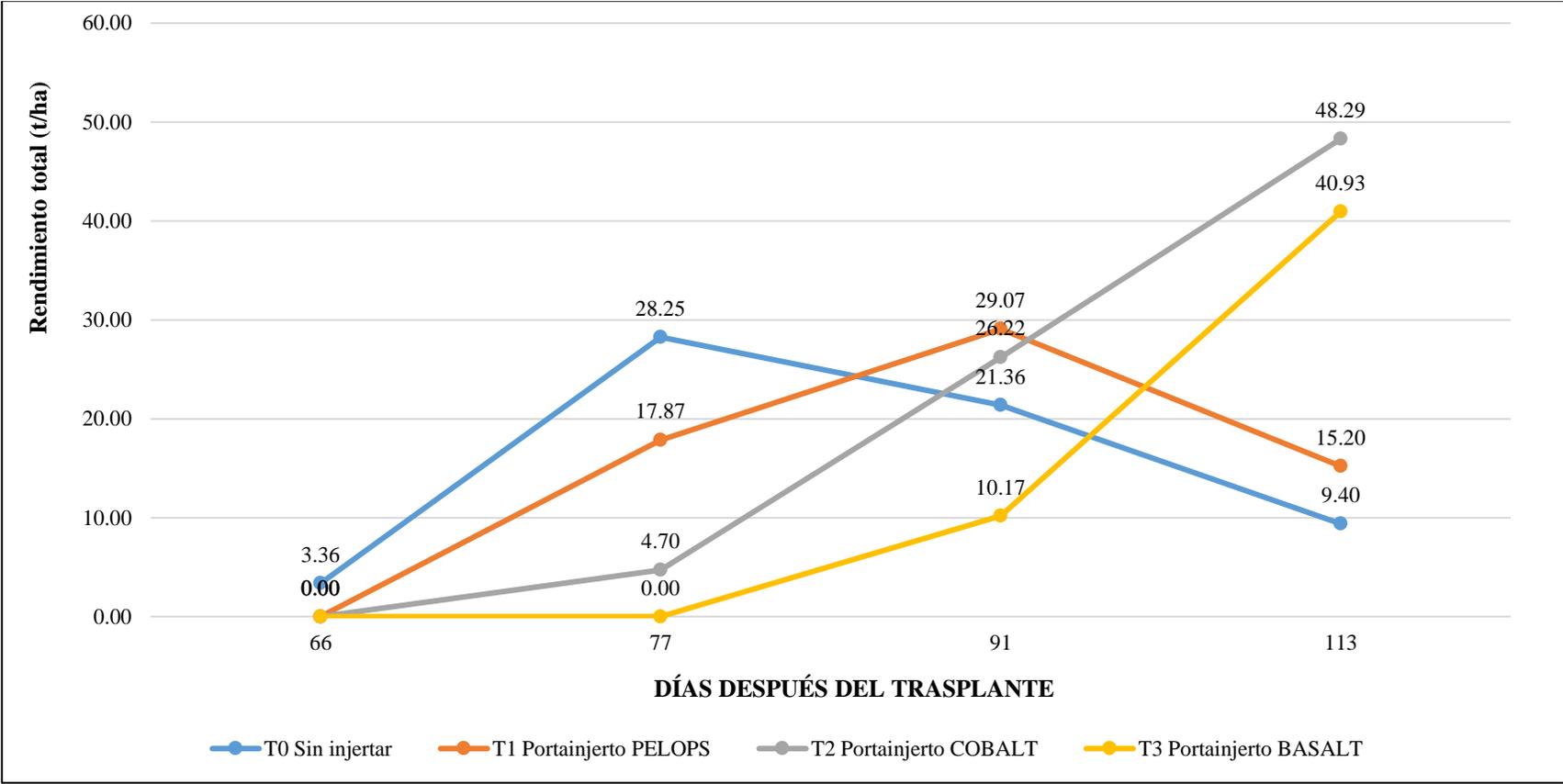
Uno de los efectos negativo del uso de injertos es que la madurez se retrasa aproximadamente una semana más con respecto a las sandías francas (Moreno *et al.*, 2015). En nuestro caso la cosecha de los portainjertos T1 y T2 se retrasaron aprox. 10 días respecto al testigo, valor aproximado según bibliografía.

Además, deseo mencionar que he observado el comportamiento de estos portainjertos sobre otro cultivar comercial de sandía en suelos arenosos pobres con problemas de nemátodo en la zona de Huaura-Lima, en el cual se ha observado que el portainjerto *C. maxima* X *C. moschata* tiene un vigor medio (Cobalt) y es usado también para pepinillo. El portainjerto *C. moschata* (Basalt) tiene un vigor alto y es el que se adapta mejor a ese tipo de suelo, además resiste mejor al ataque de nemátodos, esto puede deberse a su alto vigor frente a un suelo pobre, este portainjerto también se usa para pepinillo. Se ha observado que el uso del portainjerto *Lagenaria siceraria* (Pelops) tiene un bajo vigor, y no tiene una buena resistencia al ataque de nemátodos. Este último portainjerto también se usa para pepinillo. Cabe señalar que la mortandad de plantas en esos campos se debía por el ataque de nemátodos sumado a la incidencia de algún patógeno como *Fusarium oxysporum*, ya que la entrada de estos era mucho más fácil por las heridas dejadas por los nemátodos.

RENDIMIENTO POR COSECHA

Figura 17

Rendimiento por cosecha días después del trasplante, utilizando portainjertos en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus)



4.2.5. Peso promedio de frutos comerciales

Los resultados obtenidos en el presente ensayo se muestran en la Tabla 15. Los pesos promedios de fruto variaron de 6.79 a 7.42 Kg. Se puede observar que el mayor peso promedio de fruto se obtuvo con el T0 (testigo) y el menor valor de peso promedio de fruto se obtuvo con el T3 (patrón *C. moschata*). La prueba de medias de Duncan al 5 % no mostró diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ensayados (Figura 18).

El T2 obtuvo el mayor peso promedio total de fruto, pero en peso promedio comercial es el tercero. El T1 es el segundo con mejor peso promedio el cual se cumple en rendimiento comercial (en segundo lugar), pero en número de frutos comerciales obtuvo la menor cantidad de frutos, esto puede deberse a que el calibre del fruto es más grande y homogéneo. Con respecto al tratamiento T3 se sigue cumpliendo su baja tendencia en cuanto a rendimiento, pero en relación con la variable número de frutos le gana ligeramente al T1, por lo que podría decirse que presenta más números de frutos que este. El T0 (testigo, sin injertar), presenta mejor peso comercial promedio.

En el manejo orgánico de la producción que hemos llevado, se han incorporado abonos orgánicos de forma sólida como gallinaza y abono a base de residuos sólidos de crianza de aves, restos vegetales y otros componentes orgánicos (Mallki). Complementado con una fertilización foliar a base de micronutrientes, algas y aminoácidos, entre otros bioestimulantes orgánicos y/o ecológicos. La calidad del fruto, como el peso promedio va de la mano al manejo nutricional del cultivo. Según Calizaya (2013), sostiene que al emplear cinco fuentes de materia orgánica entre ellas estiércol de gallina, estiércol ovino, estiércol vacuno, compost y orujo de aceituna, obtuvo el mejor peso promedio de fruto al aplicar estiércol de gallina.

Flores (2017), menciona que el peso promedio de fruta en plantas injertadas es de 13.4 kg y en las plantas sin injertar de 8.89 kg. Y entre los cultivares que mejor destaca es el cv. Riverside, luego le sigue el cv. Alexander y por último el cv. Santa Amelia, según sus condiciones edafoclimáticas en Moquegua-Perú. Bajo nuestro sistema de producción orgánica y en condiciones de La Molina, podemos notar que el rango del peso del fruto varía entre 6.79 – 7.42 kg/fruto, entre las plantas injertadas y no injertadas, manteniendo el peso promedio referido.

Según Casas (comunicación personal, 8 de agosto de 2021), menciona que la fertilización ideal para el cultivo de sandía es 200-100-200. Según nuestro análisis de suelo, el contenido de fósforo y potasio disponible fueron altos. Y el contenido de M.O. fue de 2.22%, considerado como nivel medio.

Con respecto al elemento calcio puede ser tomada de fuente de CaCO_3 en el suelo o en el agua. Pero el análisis de suelo nos muestra relaciones de Ca/Mg y Ca/K indica deficiencia de calcio.

Para la relación Mg/K muestra deficiencia de magnesio. El agua de riego presenta baja salinidad con una $C_e = 0.72$ mmhos/cm, por lo que cumple los estándares de calidad.

Figura 18

Peso promedio del fruto usando portainjertos en el cultivo de sandía

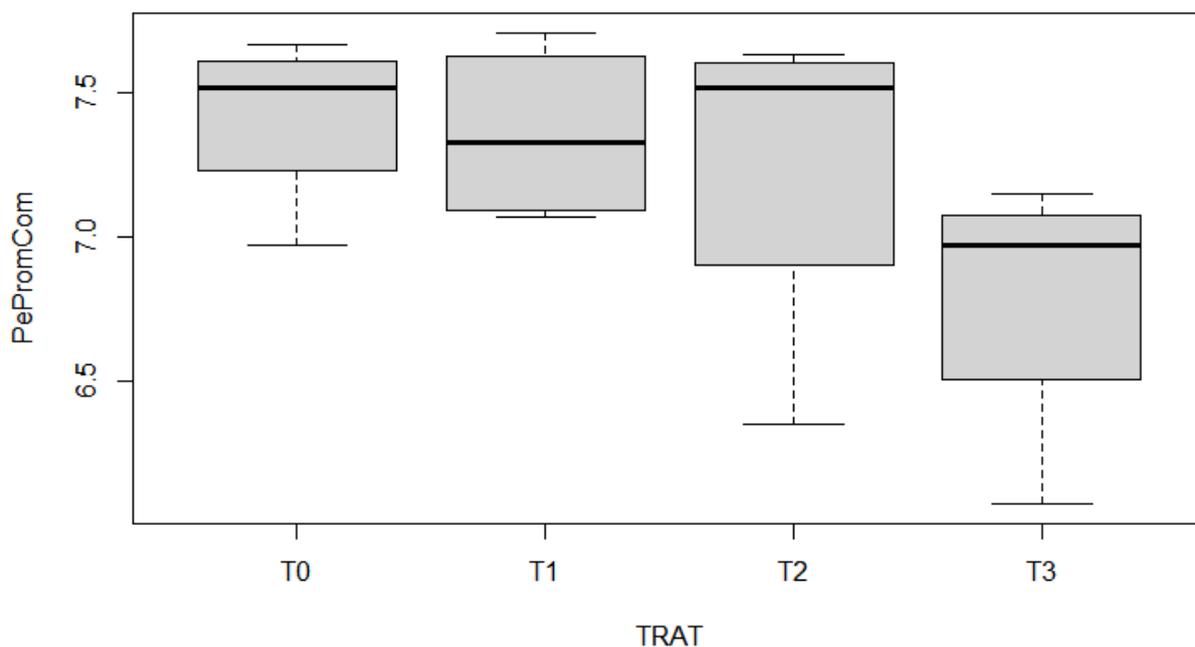


Tabla 15

Efecto del uso de portainjertos sobre el Peso promedio (kg), Longitud (cm), Diámetro (cm), Grosor de cáscara (cm), sólidos solubles (%) y Temperatura del fruto (°C). La Molina, Lima - 2019

Tratamientos		Peso Promedio Total (kg)	Peso Promedio Comercial (kg)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Grosor de cáscara (cm)	% de Sólidos solubles (Central)	% de Sólidos solubles (Periférico)	T Central (°C)	T Periférica (°C)
T0	TESTIGO (Sin injertar)	6.18 a	7.42 a	19.57 b	30.73 a	1.08 ab	11.64 a	9.51 a	27.54 ab	28.32 a
T1	PELOPS	6.57 a	7.36 a	20.25 a	31.64 a	1.07 ab	11.95 a	9.30 a	28.49 a	28.48 a
T2	COBALT	6.64 a	7.25 a	20.30 a	30.90 a	0.91 b	11.35 a	9.08 a	29.48 a	29.30 a
T3	BASALT	6.03 a	6.79 a	20.06 ab	30.58 a	1.11 a	11.05 a	8.90 a	26.33 b	26.35 b
Promedio		6.36	7.21	20.04	30.96	1.04	11.5	9.20	27.96	28.11
Significación ANVA		n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**
C.V.		8.21	6.82	1.48	3.52	12.43	5.99	5.07	4.57	3.19

Los tratamientos con la misma letra no tienen diferencia significativa según la prueba de Duncan con un $\alpha=0.05$.

4.2.6. Longitud y diámetro de fruto

Las longitudes de los frutos variaron de 30.58 a 31.64 cm. El mayor valor se observó en el tratamiento T1 (portainjerto *Lagenaria siceraria*) y la menor en el T3 (portainjerto *C. moschata*). La prueba de medias de Duncan al 5% no mostró diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 15). Según Flores (2017), menciona que la longitud del fruto de plantas injertadas con respecto las sin injertar es mayor, además menciona que el cv. Riverside injertada tiene mejor longitud, con 43.69 cm y las sin injertar de este 38.25 cm que los cv. de Santa Amelia y Alexander. Según Calizaya (2013), al usar estiércoles como gallinaza, estiércol vacuno, estiércol ovino y orujo de aceituna se obtuvo una longitud o diámetro polar promedio de 41.54, 41.27, 40.95 y 40.10 cm respectivamente en el cultivo de sandía. Según Panta (2015) la longitud promedio del fruto de sandía varía de 31.40 a 33.87 cm, al usar diferentes dosis de fertilización de potasio. Según Aguilar (2014), obtiene de longitud promedio 36.90 cm al usar una fertilización orgánica en el cultivo de sandía. Podemos observar que nuestros valores obtenidos son en general inferiores a los mencionados, excepto por el autor Panta, esto se debe también al número de frutos producidos por planta, ya que debe repartir los minerales y productos fotosintetizados entre todos los frutos (Mejías, citado por Calizaya, 2013).

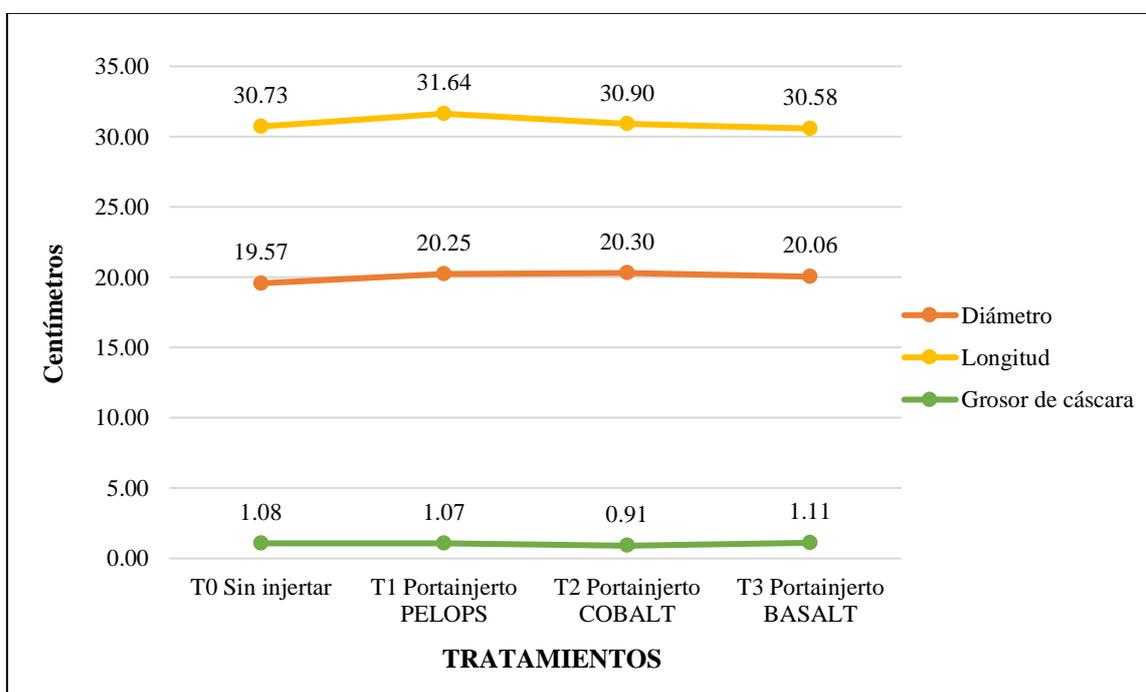
Para el caso del diámetro del fruto los valores variaron de 19.57 a 20.30 cm. El mayor valor se observó en el T2 (portainjerto *C. maxima* x *C. moschata*), similar valor lo obtuvo el T1. Y el T0 (sin injertar) obtuvo el menor diámetro. Según la prueba de Duncan al 5%, se tiene diferencias significativas con respecto al diámetro, esto quiere decir que esta variable está influenciada por el tratamiento usado. Según Flores (2017), indica que al usar plantas injertadas presentan mayor diámetro de fruto que las plantas sin injertar, resaltando el cv. Riverside con 25.18 cm (injertada) y con 24.53 cm (sin injertar) sobre el cv. Alexander. Según Calizaya (2013), al usar estiércol de gallina se tiene diámetro de fruto 26.00 cm promedio en el cultivo de sandía bajo las condiciones edafoclimáticas de Tacna-Perú. Según Panta (2015), el diámetro de fruto de sandía varía de 20.20 a 21.82 cm. Según Aguilar (2014), el diámetro ecuatorial promedio del fruto es de 22.2 cm al usar una fertilización orgánica en el cultivo de sandía. Los valores obtenidos son en general un poco inferiores a los mencionados, excepto por el autor Panta, esto se puede deber al plan de fertilidad usado. El diámetro de los frutos es una característica física apreciable tanto por el productor como el consumidor (Calizaya, 2013).

Podemos observar que tanto los valores de longitud como diámetro de fruto de sandía se asemejan y en algunos casos son similares a otros estudios realizados, por lo que el uso de portainjertos no afecta negativamente las características del fruto. Estas pequeñas diferencias pueden deberse a diversos factores como el tipo de manejo (convencional y/o orgánica), variedad – cultivar, condiciones edafoclimáticas, etc.

Según la Figura 19, los valores obtenidos para la variable longitud de fruto y diámetro es similar al usar los diferentes tratamientos.

Figura 19

Efecto del uso de portainjertos sobre la longitud, diámetro y grosor de la cáscara en frutos del cultivo de sandía cv. Riverside. La Molina, Lima, 2019



4.2.7. Grosor de cáscara

El valor del grosor de cáscara varió de 0.91 a 1.11 cm. El mayor valor se obtuvo con el T3 (portainjerto *C. moschata*) y el menor valor lo obtuvo el T2 (portainjerto *C. maxima* x *C. moschata*). La prueba de medias de Duncan al 5% no mostró diferencias significativas para esta variable, los datos se muestran en la Tabla 15. Según Calizaya (2013), al usar gallinaza se obtuvo un grosor de cáscara promedio 1.03 cm en el fruto de sandía. Miguel (citado por Aguilar, 2014), menciona que el grosor de cáscara puede variar de 1.1 a 1.2 cm en el fruto

de sandía. Muñoz (citado por Aguilar, 2014), menciona una media de 1.08 cm en grosor de cáscara. Panta (2015), menciona en la realización de su ensayo el grosor de cáscara varía de 1.21 a 1.55 cm, además después de una serie de comparaciones con otras variedades, que el grosor promedio de corteza es de 1.38 cm. Podemos observar que en nuestro caso el rango es de 0.91 – 1.11 cm, el cual es similar frente a otros trabajos realizados mencionados anteriormente, por lo que el uso de portainjertos no afecta negativamente las características de calidad del fruto.

El grosor de la corteza es también considerado una característica importante, porque puede estar asociada a la reducción del contenido de pulpa, y puede variar dependiendo del propósito para el que estén destinados los frutos, por ejemplo, si la corteza es muy delgada son más susceptibles a sufrir daños mecánicos durante el empaque y transporte (Alexopoulos *et al.*, citado por García *et al.*, 2018).

En la Figura 19, se puede observar que no hubo diferencias estadísticas significativas.

4.2.8. Porcentaje de sólidos solubles central y periférica

El porcentaje de sólidos solubles central (%SS) varió de 11.05 a 11.95 %. El mayor valor se obtuvo con T1 (portainjerto *L. siceraria*), seguido por el T0 y el menor valor se obtuvo con el T3 (portainjerto *C. moschata*). Según la prueba de medias de Duncan al 5% no mostró diferencias significativas para esta variable, se puede observar en la Tabla 15 la similar variación.

El porcentaje de sólidos solubles periférico (%SS) varió de 8.90 a 9.51 %. El mayor valor se obtuvo con T0 (Sin injertar) y el menor valor lo tuvo T3 (portainjerto *C. maxima* x *C. moschata*). Según la prueba de medias de Duncan al 5% no mostró diferencias significativas para esta variable, se puede observar en la Figura 20 las similitudes.

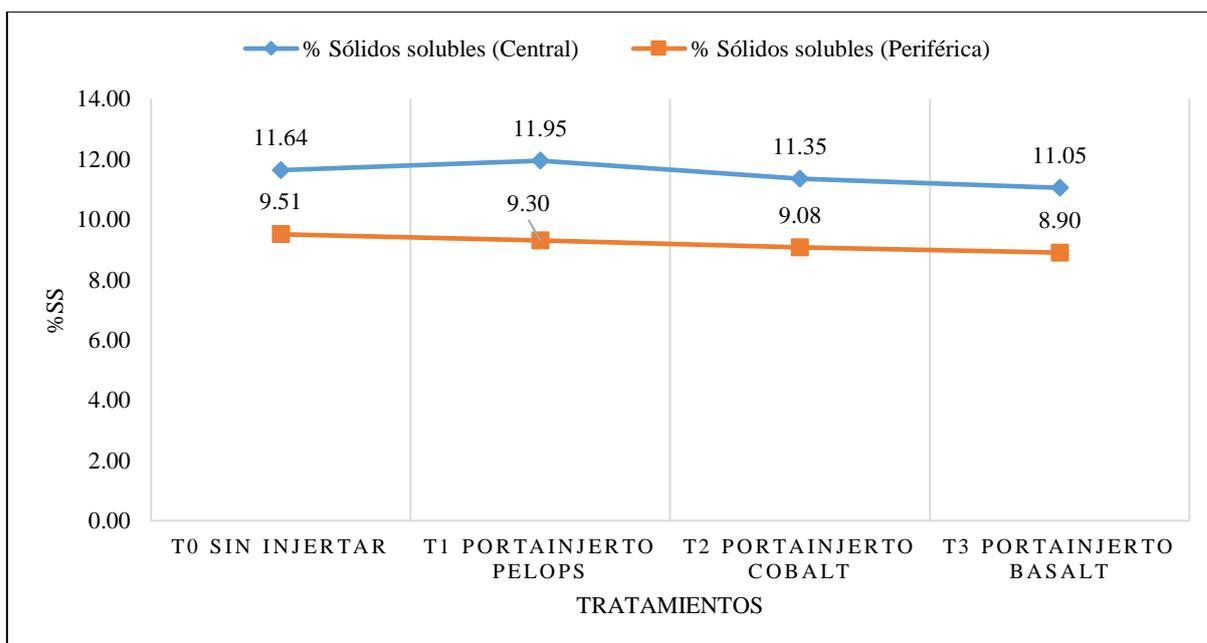
Según Flores (2017), las plantas injertadas tuvieron 9.97 % en sólidos solubles con respecto a las plantas sin injertar con 8.47 %SS. Según García *et al.* (2018), menciona que al usar el portainjerto de híbridos de *C. maxima* x *C. moschata* se obtienen %SS entre 9.9 y 10.3 % mayores que al usar portainjertos de sandías silvestres (*Citrullus lanatus* var. *citroides*). Según SEMARNAT (2008), el %SS fluctúa entre 9.14 – 9.42 % en sandías injertadas y en

plantas francas varía entre 9.85 – 10.00 %. Cisneros (citado por Vázquez, 2015), reporta una media de 10.6 °Brix. A igual que Cuevas (citado por Vázquez, 2015), encuentra una media de 11°Brix.

Podemos darnos cuenta que el T0 tiene una mayor uniformidad en cuanto al % de sólidos solubles en la zona centro y periférica, ya que hay una menor diferencia entre estos valores, luego le sigue el T3, T2 y por último el T1. Pero podemos decir que el T3 es que presenta el menor valor de %SS en estas condiciones edafoclimáticas tanto en la parte central como periférica, en términos prácticos es el que tiene menor dulzor. En este parámetro también nos podemos dar cuenta que nuestro rango de 11.05 – 11.95% SS en la parte central y 8.90-9.51% SS en la parte periférica se asemejan a los valores y parámetros de los ensayos experimentales mencionados, por lo que el uso de portainjertos no afectó negativamente esta variable de calidad tan importante.

Figura 20

Porcentaje de sólidos solubles (central y periférica)



4.2.9. Temperatura del fruto central y periférica

La temperatura central del fruto varió de 26.33 a 29.48 °C (Figura 21). El mayor valor se obtuvo con el T2 (portainjerto *C. maxima* x *C. Moschata*) y el menor valor se obtuvo con el T3 (*C. moschata*). La prueba de medias de Duncan al 5% demostró diferencias significativas

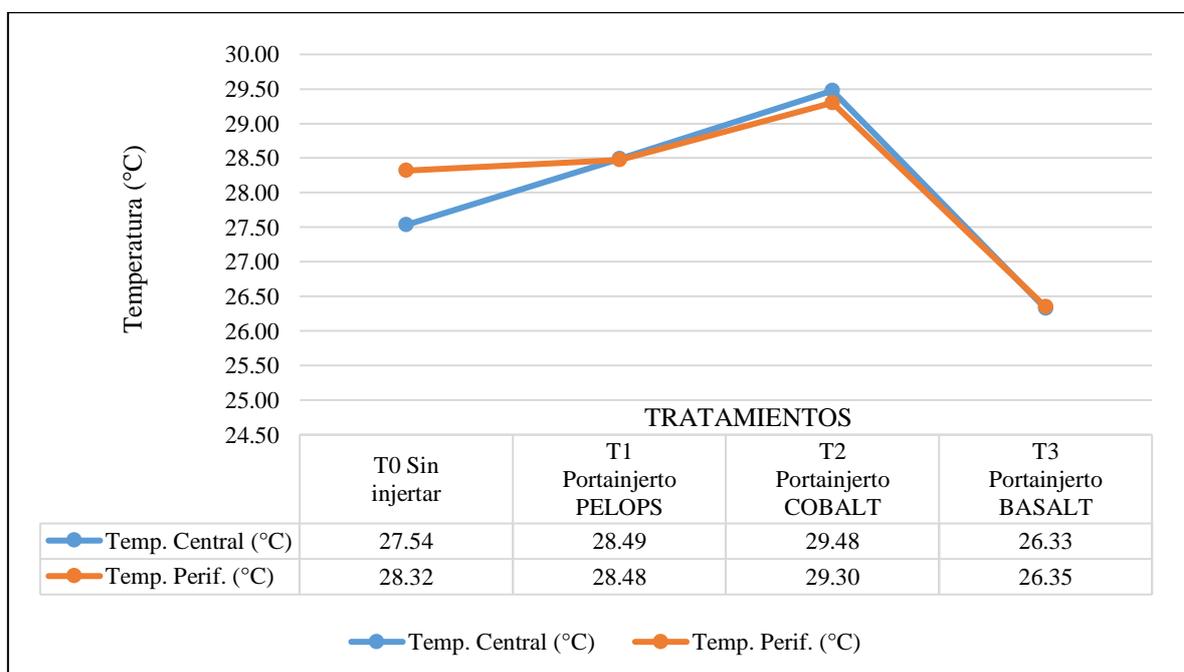
para esta variable, esto quiere decir que de acuerdo al portainjerto que se use va a influenciar la temperatura central del fruto.

La temperatura periférica del fruto varió de 26.35 a 29.30 °C (Figura 21). El mayor valor se obtuvo con el T2 (portainjerto *C. maxima* x *C. moschata*) y el menor valor se obtuvo con el T3 (*C. moschata*). La prueba de medias de Duncan al 5% demostró diferencias altamente significativas, esto quiere decir que al usar los tratamientos va a influir de forma alta en la temperatura periférica del fruto.

Podemos darnos cuenta que en cuanto a uniformidad de temperatura tanto en el centro como en la periferia del fruto (de la parte comestible), debido a una menor diferencia tenemos a T1, T3, T2 y T0, respectivamente en ese orden (de menor a mayor diferencia). Este último tiene una mayor diferencia de temperatura en las dos zonas del fruto. En cuanto a los portainjertos podemos decir que mantienen una temperatura más homogénea en las dos zonas. Esto puede ser positivo ya que permitiría mantenerse en mejores condiciones por más tiempo. Además de no inducir alguna fermentación o proliferación de algún patógeno.

Figura 21

Temperatura del fruto parte central y periférica, utilizando portainjertos en el cultivo de sandía cv. Riverside. La Molina, Lima, 2019



V. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos y bajo las condiciones del presente ensayo, se concluye que:

1. Los portainjertos *Lagenaria siceraria*, *Cucurbita máxima* x *Cucurbita moschata* y *Cucurbita moschata* no presentaron diferencias estadísticas significativas sobre los parámetros de rendimiento y calidad del fruto de sandía cv. Riverside.
2. El rendimiento total y comercial fue mayor con el portainjerto *C. máxima* x *C. moschata*, aunque sin diferencias estadísticas significativas.
3. El portainjerto *Lagenaria siceraria* se comportó con mayor precocidad en la producción de frutos y con mayor contenido de sólidos solubles que los demás tratamientos, aunque sin diferencias estadísticas significativas.
4. Las plantas de sandía injertadas con *Lagenaria siceraria* y *Cucurbita máxima* x *Cucurbita moschata* alcanzaron un mayor rendimiento comercial (52.89 y 61.74 t/ha) que las plantas sin injertar (50.56 t/ha), mostrando el potencial de la técnica de injerto en la producción de sandía.

VI. RECOMENDACIONES

1. Iniciar siembras tempranas de producción de sandía a partir del mes de setiembre, para seguir estudiando el efecto de la época de siembra sobre el rendimiento de sandía injertada con diferentes portainjertos.
2. Se recomienda continuar con los ensayos en diferentes tipos de suelos y condiciones climáticas con estos mismos portainjertos.
3. Seguir evaluando diferentes portainjertos para verificar su eficiencia en la producción de sandía.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J. (2014). *Calidad y rendimiento en sandía con fertilización orgánica comparada con la fertilización convencional*. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6728/CALIDADYRENDIMIENTOENSANDIACONFERTILIZACIONORGANICA.PDF?sequence=1&isAllowed=y>
- AHERN. (27 de febrero de 2019). *Productos: River Side*.
<https://www.ahernseeds.com/products/2270/?lang=es>
- Alabama. (25 de septiembre de 2019). *Sandía Riverside F1*.
<https://www.alabama.com.pe/variedad-de-sandias>
- ARIS Industrial. (9 de abril de 2021). *ArisAgro, división agrícola: Azufre Pantera Mojable*.
<https://quimicos.aris.com.pe/productos/detalle/azufre-pantera-mojable>.
- Baixauli, C., Giner, A., Aguilar, J., Nájera, I. y Núñez, A. (26 – 29 de agosto de 2013). *Estudio del comportamiento de diferentes portainjertos en un cultivo de sandías sin pepitas* [Sesión de conferencia]. VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas, Madrid, España. <https://www.cajamar.es/storage/documents/vii-congreso-iberico-1-1499248914-6906b.pdf>.
- Borda, S. (2015). *Aplicación foliar de potasio en el rendimiento y calidad del cultivo de sandía (Citrullus lanatus) cv. Black Fire bajo condiciones de Cañete*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3674/borda-ovalle-sandra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calizaya, G. (2013). *Influencia de cinco fuentes de materia orgánica en el rendimiento y calidad de cultivo de sandía (Citrullus lanatus Thunb.) en la zona de La Yarada-Dpto. de Tacna* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann].
http://www.tesis.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1655/165_2013_calizaya_chambilla_ga_fcag_agronomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Casseres, E. (1980). *Producción de hortalizas* (3° ed.). Editorial IICA
- CONAGRA. (3 de abril de 2021). *Bioestimulantes y reguladores de crecimiento vegetal: Seaweed Extract*. <https://conagra.com.pe/producto/seaweed-extract/> .
- CONAGRA. (3 de abril de 2021). *Ficha técnica de Super Crop Oil*. <https://conagra.com.pe/producto/super-crop-oil/> .
- Crawford, H. y Abarca, P. (2017). *Manual de manejo agronómico para el cultivo de sandía: Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum, Nakai*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/6667>
- Denisen, E. (1991). *Fundamentos de horticultura*. (2° ed.). Editorial Limusa.
- Domínguez, A. (1993). *Fertirrigación*. Editorial Mundi-prensa.
- Dow AgroSciences. (3 de abril de 2021). *Etiqueta Web: Tracer 120 SC*. https://www.corteva.pe/content/dam/dpagco/corteva/la/pr/etiquetas-web/TRACER120SC_ETIQUETA_WEB_PERU.pdf
- FARMAGRO. (3 de abril de 2021). *Ficha técnica: Rotebiol*. Recuperado de http://www.farmagro.com.pe/media_farmagro/uploads/ficha_tecnica/rotebiol_-_ficha_tecnica_66miA9V.pdf .
- F. y Fernández, E. (2000). *El cultivo de sandía apirena injertada, bajo invernadero, en el litoral Mediterráneo Español*. Edición Mundi-Prensa Libros S. A.
- Flores, J. (2017). *Producción de tres variedades híbridas de sandía (Citrullus lanatus (Thunb) Mansf.) Santa Amelia, Riverside y Alexander, injertado y sin injertar bajo las condiciones edafoclimáticas del Valle de Moquegua, verano 2017* [Tesis de pregrado, Universidad José Carlos Mariátegui]. https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/212/Jhoana_Tesis_titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- García, F. (1991). *Ensayo de variedades de sandía injertada* (pp. 7-15). Horticultura
- García, F., Gonzáles, D., Rodríguez, R., Zarazúa, P. y Huitrón, M. (2018). Producción de sandía con injertos en suelos infestados con el virus de la mancha necrótica del melón. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9 (3), 582-585. https://www.researchgate.net/publication/325407613_Produccion_de_sandia_con_portainjertos_en_suelos_infestados_con_el_virus_de_la_mancha_necrotica_del_melon/fulltext/5b0caded0f7e9b1ed7fbbf8f/Produccion-de-sandia-con-portainjertos-en-suelos-infestados-con-el-virus-de-la-mancha-necrotica-del-melon.pdf
- González, J. (1999). *El injerto en hortalizas*. Ediciones de Horticultura

- Guillén, L. (2012). Manejo y producción de hortalizas. UCSM.
- Horna, J. (2016). *Aplicación foliar de potasio en sandía (Citrullus lanatus) cv. Black fire bajo las condiciones del Valle de Cañete* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1998/F04.H67-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- HORTALIZAS. (1 de marzo de 2019). Catálogo HORTALIZAS.
<https://www.hortalizas.com/directorio/producto/pelops-rz/>
- Huang, Y., Zhao, L., Kong, Q., Cheng, F., Niu, M., Xie, J., Azher Nawaz, M. y Bie, Z. (2016). Comprehensive Mineral Nutrition Analysis of Watermelon Grafted onto Two Different Rootstocks. *Horticultural Plant Journal*, 2 (2), 105-113. [https://doi:10.1016/j.hpj.2016.06.003](https://doi.org/10.1016/j.hpj.2016.06.003)
- INAP. (4 de abril de 2021). *Agroquímicos: El Factor 6.4% PM*. <https://inap.pe/productos/el-factor-6-4-pm/>.
- INTAGRI. (2020). Injerto de Cucurbitáceas. *Artículos Técnicos de INTAGRI*, (17). Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/injerto-en-cucurbitaceas>
- INVENTISA. (s.f.). *Ficha técnica de GORPLUS*.
https://static.websguru.com.ar/var/m_6/67/674/58959/889969-agrexim-gorplus.pdf
- Jeffrey, C. (1990). Appendix: An outline classification of Cucurbitaceae. En Bates, D. y Robinson, R. (Ed.), *Biology and Utilization of the Cucurbitaceae* (pp. 449). Cornell University Press.
- Lee, J. (1994). Cultivation of Grafted Vegetables I. Current status, grafting methods and benefits. *Hort Science*, 29 (4), 235-239.
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.29.4.235>
- Llanque, J. (2021). *Comparativo de seis variedades injertadas de sandía (Citrullus lanatus (Thunb) Mansf.) en Locumba, Tacna* [Tesis de pregrado, Universidad José Carlos Mariátegui, Moguegua – Perú].
<http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/1073>
- López, H. (2013). *Aplicación de tres niveles de gallinaza y tres niveles de aserrín descompuesto en el rendimiento del ají charapita (Capsicum chinense) en Aguaytía – Ucayali* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa].
<http://www.repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/1568/000001985T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- López-Elías, J., Huez, MA., Garza Ortega, S., Jiménez León, J y Álvarez Avilés, A. (2011). Evaluación de dos portainjertos en sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) usando tres técnicas de injerto. https://dagus.unison.mx/publicaciones/congresos/XIV%20Congreso%20Internacional/Articulo%20Lopez-Elias%20_UABC2011.pdf
- Maroto, J. (2002). Horticultura herbácea especial. (5° ed.). Mundi-prensa.
- Maroto, J. Gómez, A.M.; Pomares F. (2002). El cultivo de la sandía. Mundi-Prensa.
- MONTANA. (2019). *Ficha técnica de Greenex Ultra, insecticida-acaricida agrícola*. <https://www.corpmontana.com/wp-content/uploads/2018/04/Ficha-T%C3%A9cnica-Greenex-Ultra..pdf> .
- Moreno, B., Contreras, S. y Krarup, C. (2015). Uso de injertos en sandía. Tecnología para mayor sostenibilidad. <https://seminislas.s3-sa-east-1.amazonaws.com/app/uploads/2016/05/articulo-PUC-Krarup.pdf>.
- NEOAGRUM. (2016). *Ficha técnica de Akarkill 1% SL*. [https://neoagrum.com.pe/assets/files/fichastecnicas/FT%20%20AKARKILL%201%25%20SL%20\(04\).pdf](https://neoagrum.com.pe/assets/files/fichastecnicas/FT%20%20AKARKILL%201%25%20SL%20(04).pdf)
- Nuez, F., Prohens, J., Rodríguez, A., González, JA. y Fernández de Córdova, P. (1998). *Catálogo de semillas de sandía*. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación. http://libros.inia.es/libros/product_info.php?products_id=105
- Orrala-Borbor, N., Herrera-Isla, L. y Balmaseda-Espinoza, C. (2018). Rendimiento y calidad de la sandía bajo diferentes patrones de injerto y dosis de NPK. *Cultivos tropicales*. 39(3), 25-30. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362018000300004&lng=es&nrm=iso.
- Ozlem, A., Ozdemir, N. y Gunen, Y. (2007). Effect of grafting on Watermelon Plant Growth, Yield and Quality. *Journal of Agronomy*, 6(2), 362-365. https://www.researchgate.net/publication/26558740_Effect_of_Grafting_on_Watermelon_Plant_Growth_Yield_and_Quality#:~:text=These%20results%20showed%20that%20the,to%20the%20rootstock%20being%20used.
- Panta, S. (2015). *Niveles de fertilización potásica en la producción y calidad de sandía (Citrullus lanatus) cv. "Black Fire"*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina] <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3668/sanchez-romero-alan-gilberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Parsons D. (1992). Manuales para educación agropecuaria: Cucurbitáceas. Editorial Trillas.
- QUICORP. (s.f.). *Ficha técnica de Agrostemin, enraizador-precursor fitohormonal*.
http://entoagrouae.com/vademecun/src/productos/10849_87_345.htm.
- QUICORP. (s.f.). *Ficha técnica de Albamin, activador de crecimiento vegetal*.
http://entoagrouae.com/vademecun/src/productos/10851_28_345.htm.
- Reche, J. (1988). La Sandía (3° ed.). Madrid, España: Editorial Mundi-prensa.
- Reche, J. (2000). Cultivo intensivo de la sandía.
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_2000_2106.pdf.
- RIJK ZWAAN. (2022). Catálogo de RIJK ZWAAN. España.
<https://www.rijkzwaan.es/cultivo/portainjertos>
- Robinson, R. W. & Decker-Walters, D.S. (1997). Cucurbits Crop Production, Science in horticulture, num 6, CAB International, 226 pp.
- Salinas, J. (2015). *Fertilización foliar en sandía (Citrullus lanatus) cv. Peacock bajo las condiciones del Valle de Cañete*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1416/t007343.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SAN FERNANDO. (2014). *Sistema Integrado: Ficha técnica del producto*.
- Sánchez Romero, AG. (2018). *Extractos de algas en sandía (Citrullus lanatus) cv. Sandy aplicados foliarmente bajo las condiciones de La Molina* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3668/sanchez-romero-alan-gilberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Schweers, VH. (1976). Watermelon Production, University of California, Leaflet 2672.
- Huitrón, V. y Camacho, F. (2008). El injerto en el cultivo de melón y sandía como alternativa al uso de bromuro de metilo.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2008) 7-53
<http://apps2.semarnat.gob.mx:8080/sissao/images/pdf/MELONY SANDIA-CO.pdf>
- SERFI. (2020). *Ficha técnica de OLIGOMIX-CO*. <https://s3.amazonaws.com/serfi-cdn/uploads/2020/02/31214929/Ficha-T%C3%A9cnica-OLIGOMIX-CO-v03.2020.pdf>
- Soto, F. (2017). *Rendimiento y calidad de once híbridos de sandía (Citrullus lanatus) bajo condiciones de La Molina*. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria La Molina]

- Suárez, A., Grimaldo, O., García, A., Gonzáles, D. y Huitrón, V. (2016). Evaluación de portainjertos criollos de *Lagenaria siceraria* en la producción de sandía injertada. *Idesia*, 1 (35). <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v35n1/aop0217.pdf>
- Ugás, R., Siura, S., Delgado de la Flor, F., Casas, A y Toledo, J. (2000). *Hortalizas: datos básicos*. Ed. rev. y ampl. Lima, Perú, UNALM. 202 p.
- Valadez, L. (1994). *Producción de hortalizas*. Editorial Limusa.
- Vázquez, M. (2015). *Producción de sandía desarrollada con abonos orgánicos y acolchado plástico en La Comarca Lagunera*. (Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro de Coahuila-México) <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7877/MARIO%20VAZQUEZ%20VAZQUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VIII. ANEXOS

Anexo 1

Análisis de varianza del rendimiento total (t/ha)

F.V.	G.L	SC	CM	Fcal	P	Sig
TRAT	3	1614.5	538.2	2.475	0.128	n.s.
BLOQ	3	34.5	11.5	0.053	0.983	n.s.
ERROR	9	1957.0	217.4			
TOTAL	15	3606.0				

CV= 23.15

R² = 0.46

Anexo 2

Análisis de varianza del rendimiento comercial (t/ha)

F.V.	G.L	SC	CM	Fcal	P	Sig
TRAT	3	927	308.9	0.755	0.547	n.s.
BLOQ	3	41	13.5	0.033	0.991	n.s.
ERROR	9	3683	409.2			
TOTAL	15	4651				

CV= 39.37

R² = 0.21

Anexo 3

Análisis de varianza del número total de frutos (miles/ha)

F.V.	G.L	SC	CM	Fcal	P	Sig
TRAT	3	46.39	15.462	2.180	0.160	n.s.
BLOQ	3	4.830	1.611	0.227	0.875	n.s.
ERROR	9	63.82	7.091			
TOTAL	15	115.04				

CV= 23.63

R² = 0.45

Anexo 4

Análisis de varianza del número de frutos comerciales (miles/ha)

F.V.	G.L	SC	CM	Fcal	P	Sig
TRAT	3	22.39	7.462	0.506	0.688	n.s.
BLOQ	3	3.41	1.137	0.077	0.971	n.s.
ERROR	9	132.77	14.752			
TOTAL	15	158.57				

CV= 50.22

R² = 0.16

Anexo 5*Análisis de varianza del número de frutos/planta (total)*

F.V.	G.L	SC	CM	Fcal	P	Sig
TRAT	3	2.932	0.9775	2.415	0.134	n.s.
BLOQ	3	0.420	0.1401	0.346	0.793	n.s.
ERROR	9	3.643	0.4047			
TOTAL	15	6.995				

CV= 23.74**R² = 0.48****Anexo 6***Análisis de varianza del número de frutos/planta (comercial)*

F.V.	G.L	SC	CM	Fcal	P	Sig
TRAT	3	1.584	0.528	0.613	0.624	n.s.
BLOQ	3	0.252	0.084	0.098	0.959	n.s.
ERROR	9	7.758	0.862			
TOTAL	15	9.594				

CV= 50.98**R² = 0.19****Anexo 7***Análisis de varianza del peso promedio total de frutos (kg)*

F.V.	G.L	SC	CM	Fcal	P	Sig
TRAT	3	1.05	0.3511	1.290	0.336	n.s.
BLOQ	3	0.40	0.1348	0.495	0.695	n.s.
ERROR	9	2.45	0.2722			
TOTAL	15	3.90				

CV=8.21**R² = 0.37****Anexo 8***Análisis de varianza del peso promedio de frutos comerciales (kg)*

F.V.	G.L	SC	CM	Fcal	P	Sig
TRAT	3	0.98	0.325	1.346	0.320	n.s.
BLOQ	3	0.23	0.077	0.320	0.811	n.s.
ERROR	9	2.17	0.241			
TOTAL	15	3.38				

CV= 6.82**R² = 0.36****Anexo 9***Análisis de varianza del diámetro de fruto (cm)*

F.V.	G.L	SC	CM	Fcal	P	Sig
TRAT	3	1.3286	0.4429	5.002	0.026	*
BLOQ	3	0.1635	0.0545	0.615	0.622	n.s.
ERROR	9	0.7969	0.0885			
TOTAL	15	2.289				

CV=1.48**R² = 0.65**

Anexo 10**Análisis de varianza de la longitud del fruto (cm)**

F.V.	G.L	SC	CM	Fcal	P	Sig
TRAT	3	2.630	0.8768	0.737	0.556	n.s.
BLOQ	3	0.942	0.3142	0.264	0.850	n.s.
ERROR	9	10.711	1.1902			
TOTAL	15	14.283				

CV=3.52

 $R^2 = 0.25$ **Anexo 11****Análisis de varianza de grosor de cáscara (cm)**

F.V.	G.L	SC	CM	Fcal	P	Sig
TRAT	3	0.104	0.035	2.068	0.175	n.s.
BLOQ	3	0.050	0.017	0.990	0.440	n.s.
ERROR	9	0.151	0.017			
TOTAL	15	0.305				

CV=12.43

 $R^2 = 0.50$ **Anexo 12****Análisis de varianza del porcentaje de sólidos solubles (Parte central)**

F.V.	G.L	SC	CM	Fcal	P	Sig
TRAT	3	1.785	0.595	1.253	0.347	n.s.
BLOQ	3	0.127	0.042	0.089	0.964	n.s.
ERROR	9	4.275	0.475			
TOTAL	15	6.187				

CV=5.99

 $R^2 = 0.31$ **Anexo 13****Análisis de varianza del porcentaje de sólidos solubles (Parte periférica)**

F.V.	G.L	SC	CM	Fcal	P	Sig
TRAT	3	0.8404	0.2801	1.291	0.336	n.s.
BLOQ	3	0.9687	0.3229	1.488	0.283	n.s.
ERROR	9	1.9535	0.2171			
TOTAL	15	3.7626				

CV=5.07

 $R^2 = 0.48$ **Anexo 14****Análisis de varianza de la temperatura del fruto parte central (°C)**

F.V.	G.L	SC	CM	Fcal	P	Sig
TRAT	3	21.701	7.234	4.423	0.0359	*
BLOQ	3	2.006	0.669	0.409	0.7506	n.s.
ERROR	9	14.718	1.635			
TOTAL	15	38.425				

CV=4.57

 $R^2 = 0.62$

Anexo 15***Análisis de varianza de la temperatura del fruto parte periférica (°C)***

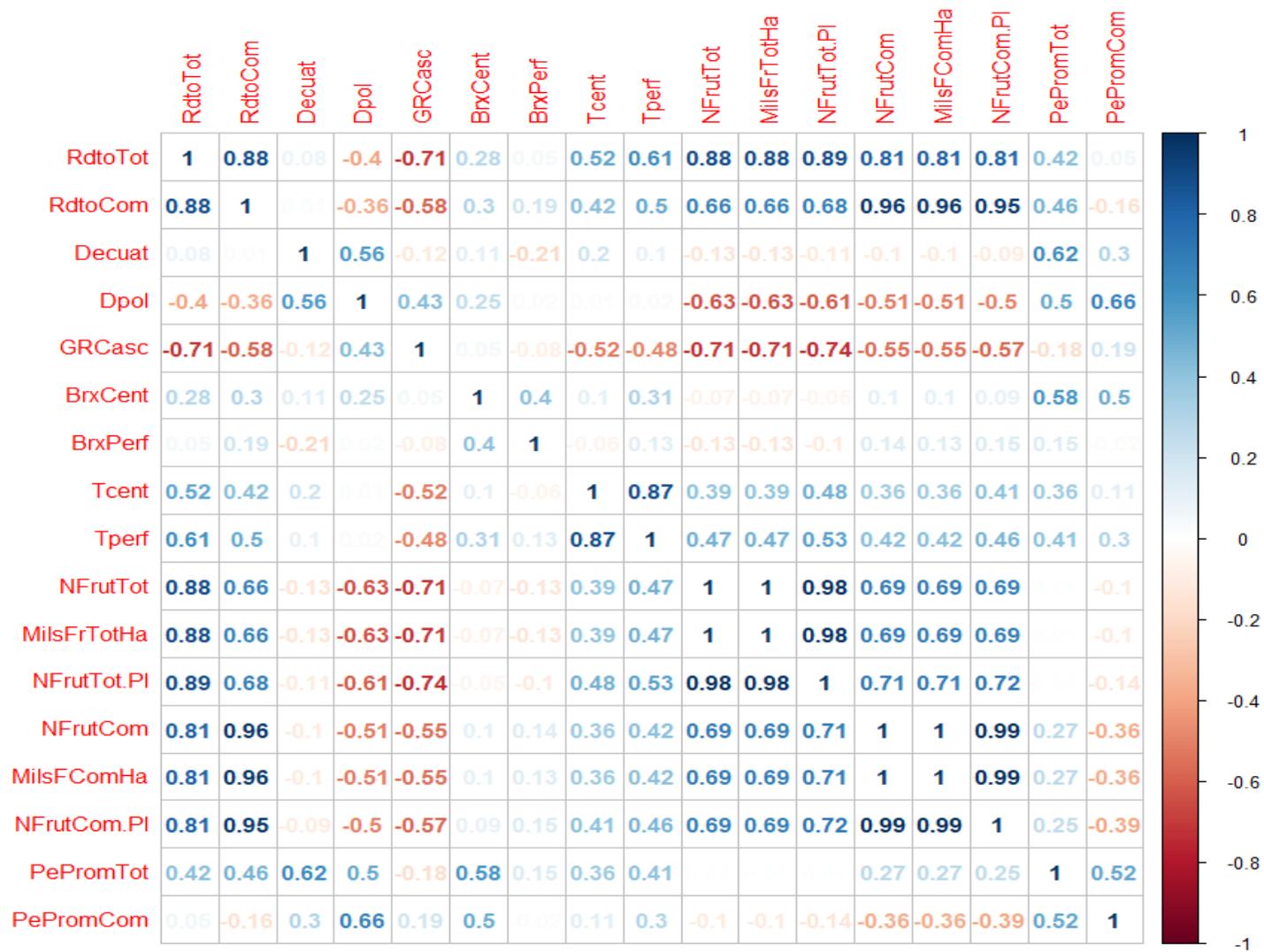
F.V.	G.L	SC	CM	Fcal	P	Sig
TRAT	3	18.764	6.255	7.783	0.00718	**
BLOQ	3	0.673	0.224	0.279	0.83921	n.s.
ERROR	9	7.232	0.804			
TOTAL	15	26.669				

CV=3.19**R² = 0.73**

n.s.= No significativo

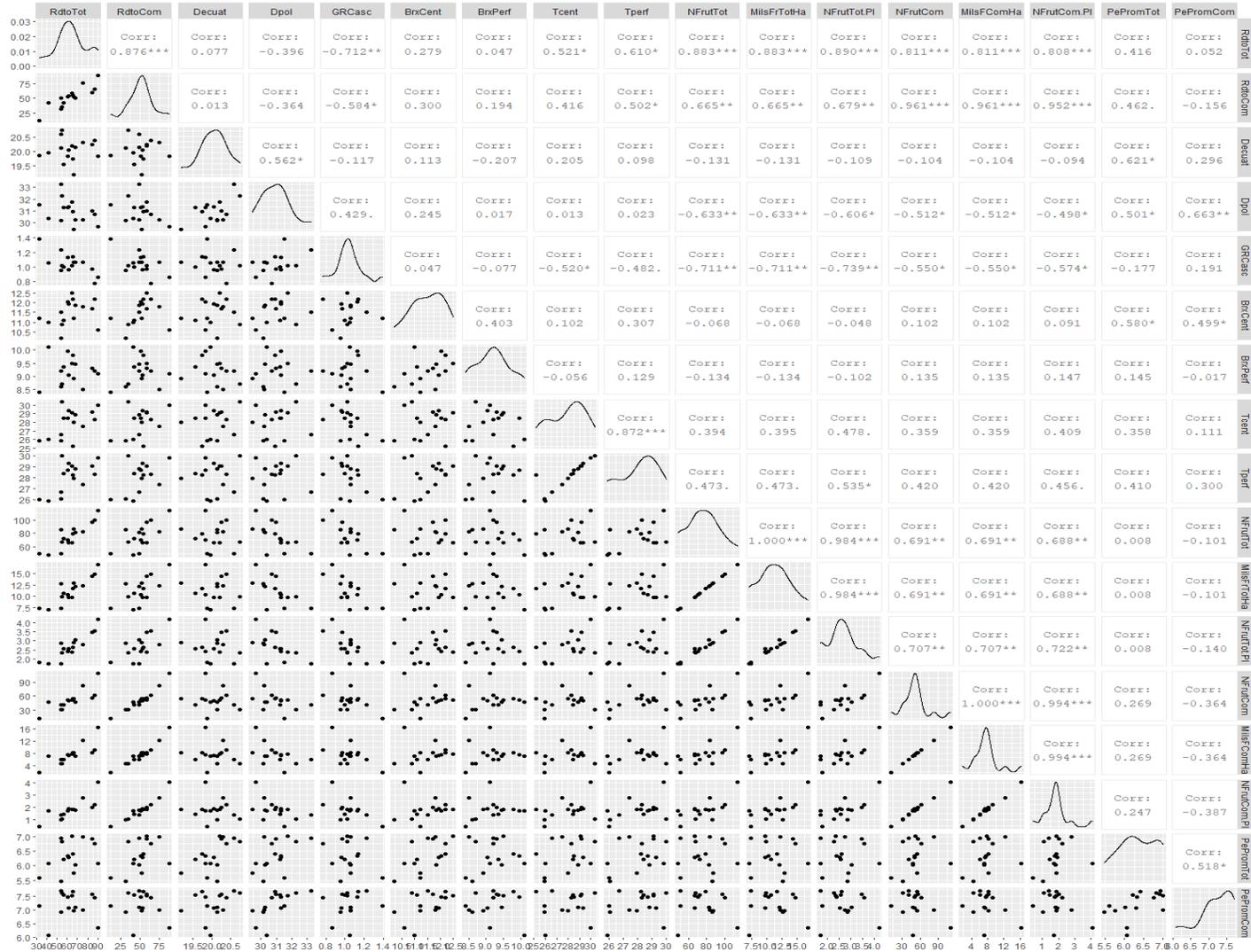
* = Significativo al 5%

Anexo 16
Gráfica de análisis multivariado N°1

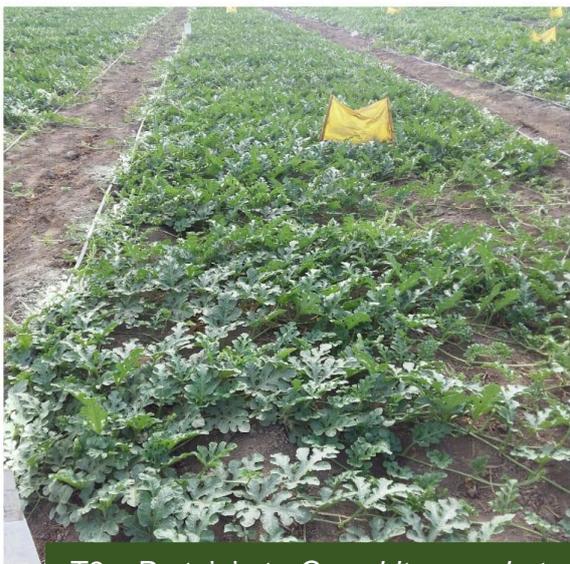


Anexo 17

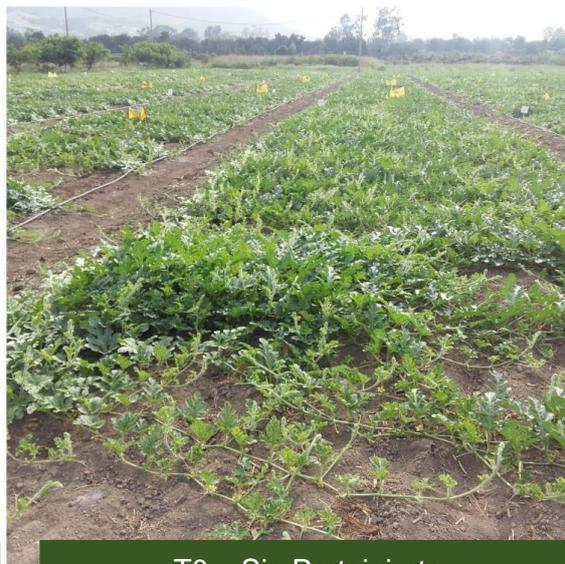
Gráfica de análisis multivariado N°2



Anexo 18
Plantas injertadas a los 40 DDT



T3 – Portainjerto *Cucurbita moschata*



T0 – Sin Portainjerto



T1 – Portainjerto *Lagenaria Siceraria*



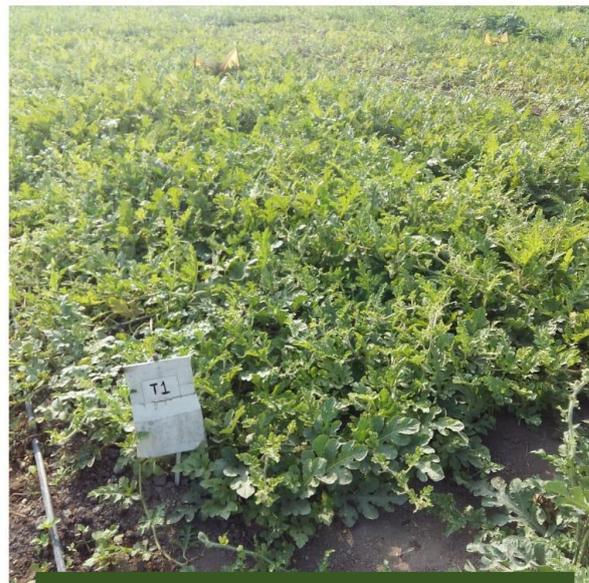
T2–Portainjerto *C. moschata* x *C.*

Anexo 19

Plantas injertadas a los 72 DDT



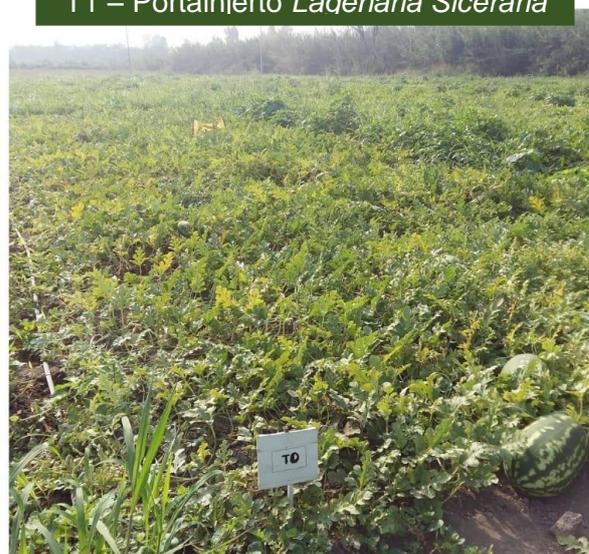
T3 – Portainjerto *Cucurbita moschata*



T1 – Portainjerto *Lagenaria Siceraria*



T2–Portainjerto *C. moschata x C.*



T0 – Sin Portainjerto

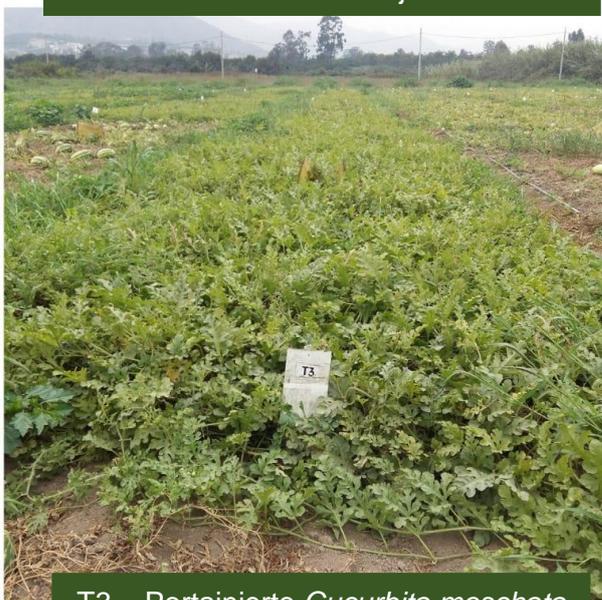
Anexo 20
Plantas injertadas a los 91 DDT



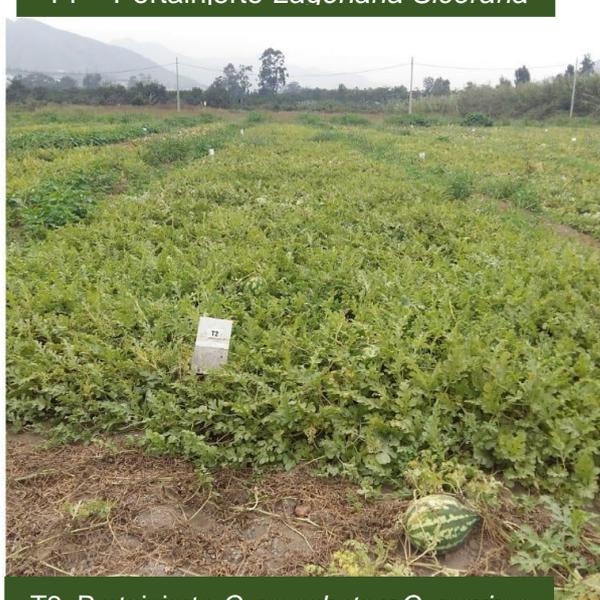
T0 – Sin Portainjerto



T1 – Portainjerto *Lagenaria Siceraria*



T3 – Portainjerto *Cucurbita moschata*



T2–Portainjerto *C. moschata* x *C. maxima*

Anexo 21

Apariencia interna de frutos de los tratamientos correspondientes



Anexo 22

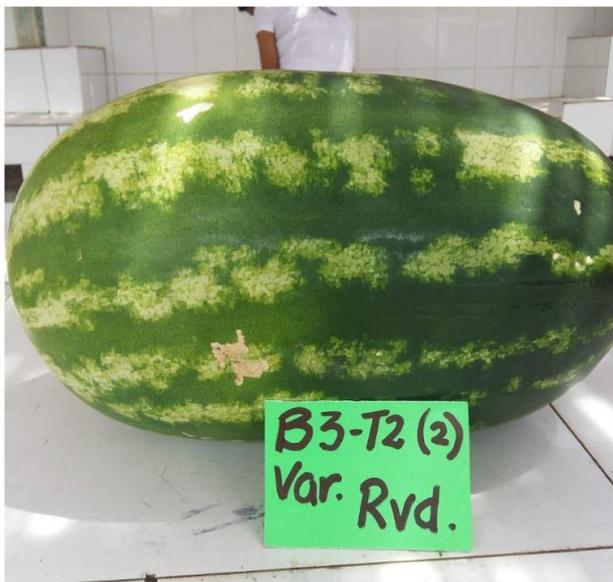
Apariencia externa de fruto de los tratamientos correspondientes



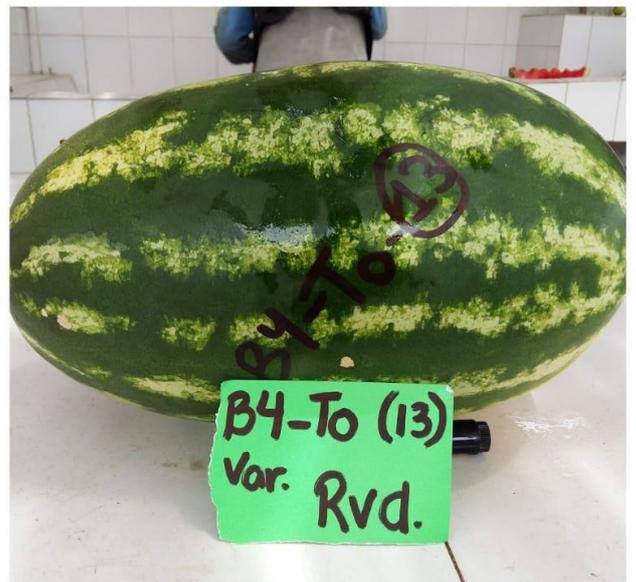
T1 – Portainjerto *Lagenaria Siceraria*



T3 – Portainjerto *Cucurbita moschata*



T2–Portainjerto *C. moschata* x *C. maxima*



T0 – Sin Portainjerto

Anexo 23

Cuadro de labores realizadas durante el ensayo experimental

DDT	LABORES REALIZADAS Y ACONTECIMIENTOS			
0 DDT	Contado de plantas	Sumersión de bandejas en la solución del nematicida NEMO. Dosis: 5 ml/L de NEMO.	TRASPLANTE DE LOS TRATAMIENTOS	Preparación de cebo tóxico para 1 HA: 40 kg de Afrecho+ Agua (40 L.) + Melaza (15 Lt)+ Factor (Bt) 1 kg . Aplicación del cebo tóxico a línea corrida cerca al cuello de los plantines.
1 DDT	Armado y puesta de trampas amarillas, ubicadas en el lomo del surco mellizo.			Desmalezado de camas Ataque de plantas por Diabrotica y gusano de tierra.
2 DDT	Aplicación de insecticida: Rotebiol+ Aceite agrícola. Dosis: 100 ml de Rotebiol+ 200 ml de Aceite Agrícola en 80 L de agua			Azufrado de plántulas con malla de forma manual.
3 DDT	Conteo de plántulas muertas o comidas por el gusano de tierra.			
4 DDT	Elaboración de trampas de melaza y de detergente.		Colocación de trampas de detergente con agua (3:2)	
5 DDT	Colocación de trampas de melaza (3:1)			
8 DDT	Aplicación de insecticida: Dosis: 0.5 ml/l de Rotebiol+ 0.1 ml/L de Tracer +1 ml/L Aceite Agrícola			Observación: la dosis sugerida de Rotebiol es 300 ml/ cilindro. De Spinosad 50 ml/ cilindro. Y de Aceite agrícola es de 600 ml/ cilindro.
9 DDT	Evaluación de plagas		Azufrado de plántulas con azufre en polvo.	
11 DDT	Evaluación de plagas			
12 DDT	Aplicación de insecticida: Gorplus+ Super Crop Oil+ Seaweed extract (extracto de algas). Dosis: 400 ml de Gorplus+ 400 ml de Super Crop Oil+ 250 ml de Seaweed extract (extracto de algas) en 133.33 L de agua.		Observación: la dosis sugerida de Gorplus es 600 ml/cilindro. De Super Crop Oil es de 600 ml/cilindro. Y de Seaweed extract (Extracto de algas) es de 500 ml/ cilindro.	
16 DDT	Estercolado: Aplicación de gallinaza. Dosis: 10 T/ha	Guiado de plantas de Sandía		Poda de follaje del patrón. Evaluación de plagas
17 DDT	Retiro de hojas más infestadas de pulgones (Generalmente las basales).			Borrado de surco mellizo. Tiempo: 40 min. Jornal: 1
18 DDT	Aplicación de insecticida: Rotebiol+ Super Crop Oil. Dosis: 2 ml/L de Rotebiol + 650 ml/Cilindro de Super Crop Oil.			
21 DDT	Aplicación de abono foliar: Seaweed extract (Extracto de algas) + Albamin+ Super Crop Oil.			
22 DDT	Poda de follaje del patrón.		Retiro de las hojas más infestada de pulgones (hojas basales)	

23 DDT	Aplicación de insecticida: Factor (Bt) + Super Crop Oil + Greenex ultra con Motobomba. Dosis: 3 g/L de FACTOR BT + 1 ml/L Super Crop Oil + 1.5 ml/L de Greenex Ultra. Tiempo: 30 min #de jornales: 3 personas.		Observación: el aceite agrícola (Super Crop Oil) se está usando como adherente.
26 DDT	Evaluación de Floración masculina		Guiado de plantas de sandía.
35 DDT	Aplicación de insecticida: Gorplus + Super Crop Oil+ Bt Factor. Dosis: 3 g/L de FACTOR BT +700 ml/cilindro de Super Crop Oil+ 3 ml/L de Gorplus		Evaluación de Floración femenina
37 DDT	Aplicación de insecticida: Seaweed extract + Super Crop Oil+ Albamin+ Oligomix CO. Dosis: 700 ml/200 L de Seaweed extract + 0.5 g/L de oligomix + 1 ml/L de Albamin+ 2 ml/L de Super Crop Oil		Evaluación de longitud de plantas
39 DDT	Asufrado de plántulas con azufre en polvo con una maya.		
42 DDT	Aplicación de insecticida: Gorplus+ BT+ Super Crop Oil. Dosis: 1.5 ml/L de Gorplus +700 ml/cilindro Super Crop Oil + 3 g/L de BT		
44 DDT	Aplicación sanitaria: Agrostemin GL+ Albamin + Seaweed extract + Oligomix CO+ Super Crop Oil	Dosis: 250 ml/Cilindro de agrostemin + 250 ml/Cilindro de Albamin + 750 ml/cilindro de Seaweed extract + 100 g/cilindro de Oligomix CO+ 300 g/cilindro de Super Crop Oil	
46 DDT	Alejamiento de las cintas de riego de las plantas de sandía.	Aplicación de gallinaza cerca de las cintas de riego. 5T	
56 DDT	Aplicación de insecticida: 1.8 kg de Factor (Bt) + 2.1 kg de Super Crop Oil + 900 ml de Greenex Ultra, en 600 L.		
59 DDT	Evaluación fitosanitaria		
63 DDT	Aplicación de detergente agrícola		
66 DDT	1RA COSECHA		
67 DDT	Evaluación de parámetros de rdto. y calidad de fruto.		
68 DDT	Desmalezado del campo experimental		
72 DDT	Evaluación visual de vigor de las plantas de sandía.		
77 DDT	2DA COSECHA		
78 DDT	Evaluación de parámetros de rdto. y calidad de fruto.		
91 DDT	3RA COSECHA		
92 DDT	Evaluación de parámetros de rdto. y calidad de fruto.		
96 DDT	Evaluación de vigor en plantas injertadas y no injertadas.		
113 DDT	4TA COSECHA		
114 DDT	Evaluación de parámetros de rdto. Y calidad de fruto.		