



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ESTRÉS HÍDRICO DE CUATRO LÁMINAS DE RIEGO EN LAS FASES FENOLÓGICAS AGRONÓMICAS Y SU INFLUENCIA EN LAS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DEL FRUTO EN EL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*), EN LA FINCA LA DOLOROSA, PARROQUIA JUAN MONTALVO, CANTÓN MIRA PROVINCIA DEL CARCHI”

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGROPECUARIO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN SOSTENIBLE Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES

SUBLINEA: Desarrollo y sostenibilidad.

AUTOR: ARBOLEDA YÉPEZ JULIO BRITHNEY

ASESOR: MGS. JOSÉ VALDEMAR ANDRADE CADENA

Ibarra, 16 de octubre del 2022

Ibarra, 16 de octubre del 2022

MGS: JOSÉ VALDEMAR ANDRADE CADENA

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigente en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'JOSÉ VALDEMAR ANDRADE CADENA', is written over a circular stamp or seal that is partially obscured by the signature.

(f).....

JOSÉ VALDEMAR ANDRADE CADENA

C.C.: 1001927167

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):



(f).....

MGS. JOSÉ VALDEMAR ANDRADE CADENA

C.C.:



(f).....

Diego Manuel León Tapia

C.C.:



(f).....

Edwin Fernando del Pozo Villacis

C.C.: 1001756566

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, ARBOLEDA YÉPEZ JULIO BRITHNEY, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derecho de disponer de sus derechos o autorizar de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 16 octubre del 2022



f):

ARBOLEDA YÉPEZ JULIO BRITHNEY

C.C.: 1004111736

AUTORÍA

Yo, ARBOLEDA YÉPEZ JULIO BRITHNEY, portador de la cédula de ciudadanía N° 1004111736, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.



f):

ARBOLEDA YÉPEZ JULIO BRITHNEY

C.C.: 1004111736

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, ARBOLEDA YÉPEZ JULIO BRITHNEY , con C.C.: 11004111736, autor del trabajo de grado intitulado: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ESTRÉS HÍDRICO DE CUATRO LÁMINAS DE RIEGO EN LAS FASES FENOLÓGICAS AGRONÓMICAS Y SU INFLUENCIA EN LAS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DEL FRUTO EN EL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*), EN LA FINCA LA DOLOROSA, PARROQUIA JUANMONTALVO, CANTÓN MIRA PROVINCIA DEL CARCHI)” previo a la obtención del título profesional de Ingeniería Agropecuaria, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Ibarra, 16 de octubre del 2022



f):

ARBOLEDA YÉPEZ JULIO BRITHNEY

C.C.: 1004111736

**DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN,
DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación de Proyecto de Titulación: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ESTRÉS HÍDRICO DE CUATRO LÁMINAS DE RIEGO EN LAS FASES FENOLÓGICAS AGRONÓMICAS Y SU INFLUENCIA EN LAS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DEL FRUTO EN EL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*), EN LA FINCA LA DOLOROSA, PARROQUIA JUAN MONTALVO, CANTÓN MIRA PROVINCIA DEL CARCHI)”, lo propuesto en el Código de Ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 12 de octubre del 2022

Para constancia firma:



f):

ARBOLEDA YÉPEZ JULIO BRITHNEY

C.C/ Pasaporte: 1004111736

Carrera: Ingeniería Agropecuaria

Ibarra, 16 de octubre del 2022

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta aquí hoy, por darme fuerza y salud para llevar a cabo mis metas y objetivos.

A mi familia especialmente a mis padres Julio Arboleda, Patricia Yépez por ayudarme y apoyarme en cada meta, sueño y objetivo planteado.

A mis hermanas Yone Arboleda, Milena Arboleda por siempre apoyarme en mi formación profesional

A mis Tíos Tomas y Lucia O'brien por ser mi fuerza y aliento incondicional en mi vida.

ARBOLEDA YÉPEZ JULIO BRITHNEY

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar en las siguientes líneas mi agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que han hecho posible la realización de esta tesis de Ingeniería Agropecuaria

A mi director de tesis, Mgs José Valdemar Andrade Cadena, por todas sus enseñanzas y consejos que me han formado científica y tecnológicamente a lo largo de la realización de la investigación de la tesis por su gran conocimiento y paciencia, además de los consejos dados que me ayudaran en mi vida profesional y personal.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra por haberme permitido formarme profesionalmente, padres, familia y a todos esos amigos, compañeros de aula, profesores de la Escuela de Ciencias Agropecuarias y Ambientales que de manera directa o indirecta influenciaron en mis cosas positivas, siempre les estaré muy agradecido

ARBOLEDA YÉPEZ JULIO BRITHNEY

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
ÍNDICE.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
INDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	3
OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
2.3. Hipótesis.....	3
CAPÍTULO III.....	4
ESTADO DEL ARTE.....	4
3.1. Sistema de riego por goteo.....	4
3.1.1 Diseño agronómico.....	5
3.1.2. Caudal de la fuente.....	5
3.1.3. Aforo.....	6
3.1.4.Evapotranspiración.....	7
3.1.5.Coeficiente del cultivo.....	8
3.1.6.Lámina de riego.....	8
3.1.7.Frecuencia de riego.....	9
3.1.8.Tiempo de riego.....	10
3.1.9.Humedad del suelo.....	12

3.1.10. Estrés hídrico.....	13
3.1.11. Capacidad de campo.....	14
3.1.12. Punto de marchitez permanente.....	15
3.1.13. Velocidad de infiltración en suelo.....	16
3.1.14. Porosidad del suelo.....	18
3.2. Fases fenológicas del cultivo de sandía.....	20
3.2.1. Variedad de sandía empleada en la instigación.....	20
3.2.2. Taxonomía.....	22
3.2.3. Requerimientos agroclimáticos de la sandía.....	22
3.2.3.1. Temperatura.....	22
3.2.4. Requerimientos nutricionales de la sandía.....	23
3.3. Relación Grados brix con consumo de agua planta.....	24
3.3.1. Grados Brix.....	24
3.4. Rendimiento.....	25
3.4.1. Rendimiento del cultivo de sandía.....	25
3.4.2. Clasificación de la sandía en la cosecha.....	26
3.4.3. Evaluación económica del cultivo de sandía.....	27
CAPÍTULO IV.....	28
MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
4.1. Materiales.....	28
4.1.1. Materiales utilizados para la adecuación del lote de terreno:.....	28
4.1.2. Maquinaria utilizada en el lote de terreno.....	28
4.1.3. Materiales generales indispensables para la fase de campo.....	29
4.1.4. Equipo de tecnología para trabajo de campo.....	29
4.1.5. Materiales y equipos de Laboratorio.....	29
4.1.6. Programas de análisis.....	30
4.2. Metodología.....	30
4.2.1. Ubicación.....	30
4.3. Variables.....	32

4.4. Unidades Experimentales.....	33
4.5. Análisis de Varianza Estadística.....	33
4.6. Cálculo de lámina de riego.....	35
4.7. Cálculo de Fertilizantes.....	40
4.8. Calidad del fruto.....	42
CAPÍTULO V.....	44
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
5.1. Prueba de normalidad y homogeneidad de la varianza.....	44
5.2 Análisis estadístico de las variables de laboratorio.....	45
5.2.1 Peso del fruto cosechado.....	45
5.2.2 Diámetro ecuatorial.....	46
5.2.3 Diámetro Polar.....	48
5.2.4 Sólidos totales (°Brix),.....	49
5.3 Análisis estadístico de las variables de campo.....	51
5.3.1 Desarrollo Foliar.....	51
5.3.2 Floración.....	52
5.3.3 Fructificación.....	54
5.3.4 Cosecha.....	55
CAPÍTULO VI.....	57
CONCLUSIONES.....	57
CAPÍTULO VII.....	58
RECOMENDACIONES.....	58
CAPÍTULO VIII.....	59
REFERENCIAS.....	59
ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Velocidad de infiltración según tipos de estructura de suelo.....	16
Tabla 2 Valor de velocidad de permeabilidad de un suelo según su tipo de suelo.....	18
Tabla 3 Clasificación de etapas fenológicas según cantidad de días por etapas según días después de la siembra.....	20
Tabla 4 Taxonomía y Morfología de la sandía	22
Tabla 5 Requerimientos nutricionales de la sandía (kg /ha).....	24
Tabla 6 Ubicación y climatología del área de estudio.....	31
Tabla 7 Esquema del ADEVA.....	34
Tabla 8 Metodología del cálculo de la lámina de riego.....	35
Tabla 9 Resultados de la prueba de normalidad para las variables dependientes.....	44
Tabla 10 Análisis de varianza de peso.....	45
Tabla 11 Análisis de varianza del diámetro ecuatorial.....	46
Tabla 12 Análisis de varianza diámetro polar.....	48
Tabla 13 Análisis de varianza grados Brix.....	49
Tabla 14 Análisis de varianza desarrollo foliar.....	51
Tabla 15 Análisis de varianza para la variable floración.....	52
Tabla 16 Análisis de varianza para la variable Fructificación.....	54
Tabla 17 Análisis de varianza para la variable Cosecha.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización del área de estudio	30
Figura 2 Distribución de unidades experimentales según tratamientos	34
Figura 3 Croquis con medidas de las unidades experimentales	34
Figura 4 Comparación múltiple de promedios Tukey al 5% de la variable Desarrollo foliar	42
Figura 5 Comparación múltiple de promedios Tukey al 5% de la variable floración	44
Figura 6 Prueba Tukey al 5% de la variable fructificación	45
Figura 7 Prueba Tukey al 5% de la variable cosecha	47
Figura 8 Prueba Tukey al 5% de la variable peso	48
Figura 9 Prueba Tukey al 5% de la Diámetro ecuatorial	50
Figura 10 Prueba Tukey al 5% de la variable diámetro polar	51
Figura 11 Prueba Tukey al 5% de la variable Sólidos totales (°Brix)	52

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Requerimiento del Kc por fase fenológica.....	68
Anexo 2 Fotografías de la fase de campo y laboratorio del experimento.....	69
Anexo 3 Resultados de análisis de suelo laboratorio particular LABORNOT.....	78
Anexo 4 Cuadros de datos de campo de variables observadas.....	79
Anexo 5 Temperaturas mensuales de estaciones agroclimáticas.....	80

RESUMEN

El cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) dentro del territorio ecuatoriano está constituido como cultivo de gran importancia económica, social y alimenticia. Constituye un factor clave para la producción con buenos rendimientos en zonas donde el agua de riego tiene disponibilidad, es por ello que para reducir el consumo del recurso hídrico en este tipo de cultivos se estableció un ensayo de riego deficitario controlado, en el cual se estudió el efecto de la aplicación de cuatro láminas de riego siendo los tratamientos aplicados (Tratamiento 4 riego al 100% testigo, Tratamiento 1 riego al 75%, Tratamiento 2 riego al 50%, Tratamiento 3 riego al 25%) según frecuencia y tiempo calculado a las condiciones agroclimáticas del

sector Tulquizán parroquia Juan Montalvo Cantón Mira provincia del, Carchi con un suelo de textura Franco arenosa con control del estrés hídrico regulado por un medidor de humedad del suelo evaluados en las etapas fenológicas del cultivo de sandía; crecimiento, vegetativa, floración y fructificación sobre el rendimiento del cultivo de sandía el experimento se estableció en campo aplicando un diseño experimental completamente al azar además se evaluó las variables: días a la cosecha y rendimiento en los diferentes tratamientos, diámetro polar del fruto, diámetro ecuatorial del fruto, peso del fruto cosechado, sólidos totales (°Brix). Se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en las variables de sólidos totales (°Brix), en los riegos aplicados al cultivo T4 0,30 min. T1 22,5 min. T2 15 min. T3 7,5 min. Con una lámina bruta de 6,75 mm. a una humedad relativa de 40 a 50 para obtener el máximo rendimiento en el cultivo.

Palabras clave: estrés hídrico, sólidos totales (°Brix), (*Citrullus lanatus*).

ABSTRACT

The cultivation of watermelon (*Citrullus lanatus*) within the Ecuadorian territory is constituted as a crop of great economic, social and nutritional importance. It is a key factor for production with good yields in areas where irrigation water is available, which is why in order to reduce the consumption of water resources in this type of crop, a controlled deficit irrigation trial was established, in which it was studied the effect of the application of four irrigation sheets being the treatments applied (Treatment 4 irrigation at 100% control, Treatment 1 irrigation at 75%, Treatment 2 irrigation at 50%, Treatment 3 irrigation at 25%) according to frequency and time calculated at agroclimatic conditions of the Tulquizán sector, Juan Montalvo parish, Cantón Mira, province of Carchi, with a sandy loam texture soil with water stress control regulated by a soil moisture meter evaluated in the phenological stages of watermelon cultivation; growth, vegetative, flowering and fruiting on the yield of the watermelon crop the experiment was established in the field applying a completely random experimental design, in addition the variables were evaluated: days to harvest and yield in the different treatments, polar diameter of the fruit, diameter equator of the fruit, weight of the harvested fruit, total solids (°Brix). Significant statistical differences were found between treatments in the variables of total solids (°Brix), in the irrigations applied to the crop T4 0.30 min. T1 22.5 min. T2 15 min. T3 7.5 min. With a raw sheet of 6.75 mm. at a relative humidity of 40 to 50 to obtain the maximum yield in the crop.

Keywords: water stress, total solids (°Brix), (*Citrullus lanatus*).

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus*) es considerada como una hortaliza de ciclo corto que se cultiva en varias regiones del mundo y sobre todo en Ecuador (López 2016). Existe un índice alto de cultivos de sandía, pero no todas cumplen los requerimientos de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) con un manejo eficiente del recurso hídrico en diferentes etapas fenológicas del cultivo. (Rueda et al., 2015).

De acuerdo con Sarmiento (2017), el fruto de la sandía se caracteriza por ser carnoso además cuando se encuentra en la etapa perfecta de maduración puede llegar a estar conformado de hasta un 90% de agua.

La falta de conocimiento sobre el requerimiento hídrico que necesita este fruto de acuerdo con la disponibilidad que se tenga de agua para uso de riego en cultivos con suelos de textura arenosa según las fases fenológicas afecta directamente la calidad de frutos, así como también el rendimiento de los cultivos (Steduto, 2012).

La presente investigación permitió evaluar la aplicación de láminas de riego hasta límite de estrés hídrico en las etapas fenológicas del cultivo de sandía, estableciendo parámetros de acuerdo con las condiciones agroclimáticas del área de experimentación, permitiendo optimizar el recurso hídrico en un sistema, de producción (López, 2016)

El efecto del cambio climático afecta la reducción de los caudales de las diferentes fuentes hídricas que se utilizan para el riego en los diferentes cultivos especialmente en las zonas de clima cálido como se presenta en la parroquia Juan Montalva del cantón Mira. (Bastidas, 2020)

La determinación del estrés hídrico en los cultivos permitió optimizar el recurso hídrico para lo cual se establecieron los requerimientos que necesita el cultivo en cada fase fenológica. También la influencia de esta condición de estrés hídrico modifica el contenido de sólidos totales (° Brix) en las diferentes frutas. (Pagán, 2012)

El estudio en los sistemas productivos, es el factor determinante para el rendimiento y la calidad del producto final; la variabilidad hídrica de las zonas productivas está en sincronía con las variedades en producción, las condiciones agroclimáticas, las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo, y la estimación del estrés hídrico permite, por un lado, caracterizar las variedades de acuerdo con su grado de sensibilidad al estrés hídrico y adaptar el sistema de riego eficiente de acuerdo con la necesidad hídrica (Mantilla et al., 2001).

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar la lámina de riego óptima a estrés hídrico en el desarrollo de fases fenológicas del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) en la variedad Charleston gray en la finca La Dolorosa, parroquia Juan Montalvo, cantón Mira provincia del Carchi.

2.2. Objetivos específicos

Analizar la influencia de la aplicación de cuatro láminas de riego con método de riego localizado por goteo en la variación de los grados brix del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*),

Determinar la variación del ciclo fenológico del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), en cuatro condiciones de láminas de riego a estrés hídrico.

Establecer el rendimiento del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), en cuatro condiciones de lámina de riego a estrés hídrico. Con el método de riego por goteo.

2.3. Hipótesis

Ha: El efecto de aplicación de una determinada lámina de riego a estrés hídrico permite elevar los grados Brix en el fruto de sandía (*Citrullus lanatus*).

Ho: El efecto de aplicación de una determinada lámina de riego a estrés hídrico NO permite elevar los grados Brix en el fruto de sandía (*Citrullus lanatus*).

CAPÍTULO III

ESTADO DEL ARTE

3.1. Sistema de riego por goteo.

Los sistemas de producción agrícola requieren agua en cantidades adecuadas para mantener sus índices de producción, la cual por efectos del cambio climático actualmente se ha reducido los caudales, por lo que se debe manejar eficientemente y con ahorro el recurso agua, la implementación de sistemas de riego tecnificado presurizados y automatizados ayudan a lograr una utilización óptima en la agricultura. Para así enfrentar la demanda de agua que a diario se observa en el campo, por lo que se hace latente la necesidad de desarrollar prácticas de uso y manejo eficiente del recurso hídrico mediante la automatización de los sistemas de riego (Ascencios et al., 2020).

La optimización en el uso del agua de riego en la agricultura requiere de innovar en la detección del estrés hídrico para minimizar el daño fisiológico y la reducción del rendimiento, por tal razón el establecer el estrés hídrico implica una medición técnica directa del estado hídrico o medición indirecta de los procesos sensibles al déficit del agua de las plantas que se utilizan con sistemas de riego por goteo (Durán et al.2021).

3.1.2 Diseño agronómico

Para realizar el cálculo de diseño agronómico es necesario interrelacionar características y propiedades del agua y suelo además de analizar las particularidades que presenta cada cultivo como el estado fenológico y requerimiento hídrico de los mismos, para ello la metodología de diseño agronómico dependerá del sistema utilizado para el riego (Jiménez, 2017).

El diseño agronómico del riego por goteo representa la primera fase del procedimiento de diseño de cualquier tipo de riego, con el que se determina la cantidad de agua que ha de transportar la instalación, correspondiente a las necesidades brutas de riego en las épocas de máxima necesidad. Es una parte importante en un proyecto de riego ya que si se cometen errores en los cálculos del diseño agronómico repercutirán posteriormente en el diseño hidráulico y en los rendimientos (Gestiriego, 2016).

3.1.3. Caudal de la fuente

Ecuador se encuentra ubicado en una zona de diversidad climática lo cual implica gran variabilidad en la disponibilidad de los recursos hídricos, según la disponibilidad se está ejecutando y planificando varios proyectos con infraestructura como son los sistemas de abastecimiento de agua potable, riego, drenaje, etc. En ese sentido el conocimiento del comportamiento hidrológico de cuencas hidrográficas es indispensable como también la modelación hidrológica que permite estimar la disponibilidad del recurso hídrico para los proyectos, un diseño agronómico e hidráulico seguro de los mismos ante eventos hidrológicos extraordinarios, así como la toma de decisiones referentes a una gestión integral de recursos hídricos (Marsillo et al.,2021).

Para Cadena (2016), La operación de medición de un caudal del agua de riego, es un factor clave en los sistemas de producción agrícola así podemos destacar:

- 1.- La entrega de agua; porque sin conocer los caudales disponibles es difícil cuantificar la entrega a los usuarios y en consecuencia también su evaluación y manejo.

2.- El análisis de la calidad química del agua, ya que la cuantificación del caudal se relaciona con la concentración, velocidad de desplazamiento, sentido y dispersión de contaminantes

3.- Los derechos de uso de agua; que incluyen dotaciones o concesiones de agua que están dadas en litros por segundo. Contamos para ello con algunos métodos y dispositivos que nos permiten medir el volumen del agua de riego, veremos en este capítulo los más comunes.

- Métodos directos o volumétricos,
- Métodos que relacionan el área con la velocidad y
- Métodos que utilizan un estrechamiento en la sección transversal.

3.1.4. Aforo de caudal

Es aquel método utilizado para calcular el caudal de agua, el aforo mínimo tiene como característica principal ser mayor que el caudal máximo diario que se emplea en el diseño de sistemas de riego (Rasuri, 2020).

El aforo de un caudal depende de la superficie (S), de la sección transversal de la corriente de agua y de la velocidad media del agua (V), obteniéndose el caudal o gasto (Q) por medio de la multiplicación de ambos factores la fórmula quedaría; $Q = S \times V$ (Basán, 2018).

3.1.5. Evapotranspiración

La evapotranspiración de referencia con simbología (E_{To}) es un parámetro muy importante en el cálculo de los requerimientos de agua de los cultivos; este parámetro se constituye la base principal para el diseño agronómico de riego, permitiendo con su cálculo se dimensiona las redes de los canales de un sistema, redes de tuberías, capacidad de

reservorios; además, facilita la planeación de la operación de un sistema de riego (como el calendario y turnos de riego), de igual manera permite planificar la gestión de los recursos hídricos en una cuenca hídrica. Una sobre estimación de evapotranspiración potencial (ET_p) se tendrá como resultados diseños de obras sobredimensionadas con costos elevados (en construcción y mantenimiento de los sistemas de riego), mientras que una subestimación, dará como resultado, diseños de obras muy pequeñas, que no cubren demanda de agua de los cultivos que se tiene en un área de riego. En relación con el manejo del agua de riego en los cultivos una sobrestimación de la evapotranspiración en un 1,0 mm influye en el aumento del volumen utilizado de agua en 10 m³ ha⁻¹ para cada riego, lo que encarece los costos de producción y presenta las condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades fungosas, (Ortiz y Chile, 2020).

Ramos (2014), manifiesta que la evapotranspiración (ET_p) se determina experimentalmente, usando tensiómetros, el balance hídrico en el suelo puede ser estimada en base a datos meteorológicos y la aplicación de ecuaciones, como la de Penman-Monteith (FAO-56). Pero siempre y cuando las condiciones de validación de las áreas sean homogéneas y cuando se requiere conocer la evapotranspiración a una escala regional o de grandes áreas. La aplicación de estas técnicas es prácticamente inaplicable por no ser tan exactas por tanto se aplican técnicas de sensor remoto que utilizan imágenes de satélites.

Según Rivas (2014) en su definición de la evapotranspiración manifiesta que es la cantidad de agua que un cultivo pierde por el efecto de evaporación en la superficie del suelo y la transpiración es en referencia a la especie vegetal, estas pérdidas de humedad son de importancia para los modelos de producción primaria, así como proyectos relacionados con recursos hídricos y agricultura de precisión, citado por (Sangucho, 2018).

3.1.6. Coeficiente del cultivo

El coeficiente del cultivo (K_c), según WWF (2009) se obtiene experimentalmente cambiando con cada cultivo a lo largo de sus ciclos de desarrollo, al inicio del ciclo de cada cultivo se observa que la superficie foliar es pequeña, razón por la cual el suelo está directamente expuesto a las condiciones climáticas.

Es por ello que predomina la evaporación., de acuerdo al crecimiento del cultivo su desarrollo foliar se sobrepone en el suelo por lo cual la evaporación pierde su peso ganado por la transpiración y aumenta progresivamente k_c (Cadena, 2016).

3.1.7. Lámina de riego

En los cultivos, el riego debe ser planificado en base a la demanda de cada cultivo, que requieren durante sus fases fenológicas pero existe la cantidad de agua libre que puede retener el suelo en la zona donde se localizan las raíces por lo que es necesario determinar el volumen de agua de riego aplicar y la frecuencia en las aplicaciones, el agua necesaria para abastecer al suelo se denomina lámina de riego esta se la mide en milímetros es el espesor de agua requerido para humedecer el suelo hasta capacidad de campo en la zona de sus raíces (MINAGRI, 2010) citado por (Medina, 2019).

Lámina neta de riego (L_n) es la que se utiliza para restituir la humedad del suelo. Esta humedad de restitución se asemeja a una fracción de la lámina de riego (L_r) y puede definirse como la humedad necesaria para restituir el agua en un cultivo que ha consumido en un cierto período de tiempo. Sólo se permite un cierto porcentaje de agotamiento de la lámina de riego (L_r), a esto nos referimos como criterio de riego planificado. (Bermudez y Chavarria, 2018)

3.1.8. Frecuencia de riego

La profundidad del suelo y su textura juega un rol importante la frecuencia de riego, esto se debe que, en suelos con textura arenosos, la frecuencia de riego es menos mientras que en suelos con textura arcillosa la frecuencia de riego es mayor entonces podríamos decir que suelos arenosos retiene menos agua frecuencia de riego mayor y el suelo con textura arcillosa es menor (Matsum y Nakai., 2017).

Entonces conocer la textura del suelo es relevante en el patrón de majamiento o distribución del agua en el suelo. De igual manera podríamos expresar que la capacidad de retener el agua se le denomina capacidad de estanque y el tema de riego se limita a una profundidad que por lo general está relacionada con la profundidad de avance de las raíces del cultivo. Para calcular la capacidad de estanque se requiere conocer la humedad aprovechable, que es una cantidad de agua que se expresa en lámina de agua o altura de agua que es retenida por un suelo homogéneo entre los contenidos de agua de capacidad de campo y punto de marchitez permanente que después de haber sido regado en forma abundante y haber drenado libremente por 24 y 48 horas hasta punto de marchitez permanente, siendo esta la condición de humedad del suelo en que las plantas logran absorber el agua o bien lo hacen con extrema dificultad (CONADI, 2017).

Para determinar el método de riego y cuál es la disposición del agua d en el suelo su caudal el tiempo e intervalo de entregas de agua, es sin duda un criterio de importancia en el riego tecnificado optimizando el caudal requerido con un mayor tiempo de intervalos sucesivos, esto está relacionado para calcular el tamaño del reservorio según los turnos de caudal asignado y la capacidad de almacenamiento de igual manera con el sistema de riego, localizado aspersión o surco (Lamo, 2016).

La frecuencia de riego está relacionada a la aplicación del agua para las plantas no responde directamente a la frecuencia de aplicación del agua sino al potencial de agua en el suelo esto indica que una planta generalmente sufre valores altos en días anteriores a una aplicación de riego la frecuencia de igual manera nos conduce a la programación del riego existiendo dos formas: Riego localizado de alta frecuencia que por lo general se asocia los métodos de riego por goteo, microaspersión aspersión y exudación que por lo general el agua se aplica de 1 a 3 días buscando mantener una condición de humedad del suelo cerca del punto óptimo que se conoce como capacidad de campo la frecuencia en este caso es fija variando en el tiempo de riego, dependiendo del consumo de agua en la planta (PROAIN, 2020)

3.1.9. Tiempo de riego

Como se puede analizar la interrogante del tiempo de riego y su frecuencia, es necesario considerar un gran número de variables agroclimáticas del lugar donde se va a realizar el riego siendo estas tipo de textura de suelo, las raíces su estado sanitario y profundidad, estado fenológico de la planta, la velocidad del viento, radiación solar, luminosidad humedad relativa, entre otras, variables como se lo había enunciado que son particulares en cada situación se debe considera que las plantas no debe someterse a estrés hídrico ya sea por falta o por exceso de humedad causada por el riego (Matsum y Nakai., 2017).

Desde la etapa de desarrollo hasta la etapa de floración, se debe aplicar 19mm cada cinco días en tiempo seco. Si se produce mustiado en las plantas antes del mediodía, incrementar la frecuencia de riego. En cambio, desde la primera floración hasta la cosecha, debe aplicarse 25 mm cada cuatro días en tiempo seco.

Las plantas se pueden cultivar en climas con características secas, pero se puede obtener los mejores rendimientos implementando un adecuado sistema de riego entre 2.000 y 2.700 m³ ha⁻¹. Durante las primeras etapas fenológicas del cultivo las necesidades de riego son bajas, la mayor demanda se produce durante las etapas de crecimiento y desarrollo de los frutos, en donde se recomienda, que el sistema de riego por goteo aplique con frecuencia de riegos diarios. Previo a la recolección o cosecha también se recomienda restringir o eliminar los riegos unos días antes de la misma. En la etapa de crecimiento los frutos son muy sensibles a la aplicación del agua de riego, pudiéndose producir agrietamiento o pudrición si el manejo no es el adecuado. En el cultivo de sandía el sistema de riego tiene una influencia considerable en el rendimiento, obteniéndose de forma general mayores rendimientos con el sistema de riego por goteo que con el de inundación. Citado por (Angulo y Rivera, 2018).

Las hortalizas y frutos que se cultivan en los huertos necesitan disponibilidad de agua para desarrollarse de la forma más adecuada esto indica que conviene tener unos conocimientos mínimos de las necesidades de cada planta en cada uno de los ciclos vegetativos, ya que no tienen las mismas necesidades hídricas, el riego localizado con emisores con goteros interlinea, se consiguen los mejores resultados, con el mínimo uso de agua al permitir que cada planta tenga el grado de humedad óptimo en el momento requerido por el cultivo pudiendo regularse fácilmente en cada periodo de su ciclo.

Calcular la frecuencia y tiempo de riego en que se deberá abrir la válvula sistema requiere que el programador conozca y dependa de los factores señalados como variables como la porosidad del suelo de cada sustrato que se utilice, la presión del agua que llega al circuito o si se emplea mangueras con goteros que dejan caer de 2 a 4 litros hora⁻¹ (Bueno, 2022).

3.1.10. Humedad del suelo

“En el crecimiento de las plantas el agua de riego juega un papel importante, se manifiesta que por cada gramo de materia orgánica producido por una planta, la raíz absorbe aproximadamente 500 g de agua que son transportados a través del cuerpo de la planta y liberados a la atmósfera” (Medrano et al., 2008), citado por (Moratíel, 2018)

Un perfil de suelo agrícola se encuentra lleno de agua alcanzando a lo que se llama capacidad de campo (CC) se manifiesta que el perfil está a un 100% de su contenido de humedad disponible a una tensión aproximada de un 0,1 bar siendo la tensión una unidad de medida que nos indica la fuerza con la que las partículas del suelo retienen a las moléculas de agua. La tensión más alta está en relación a la mayor retención de humedad, cuando la tensión del suelo está a 0,1 bares indica que no está retenida fuertemente por las partículas del suelo y es fácil para las plantas extraer el agua, conforme las plantas agotan el agua, la tensión del suelo aumenta igualmente dependen de la textura del suelo alcanzando un nivel de humedad denominado punto de marchitamiento permanente, cuando llega las plantas a este punto las raíces ya no pueden extraer agua del suelo y mueren de sed. por debajo de este punto de marchitez permanente existe un poco de humedad, pero tiene una característica de estar retenida fuertemente por las partículas del suelo en donde las raíces no pueden extraerla esto también depende del tipo de planta y del tipo de textura del suelo se ha observado que algunas plantas se han adaptado a condiciones áridas, que pueden sobrevivir con muy poca humedad en el suelo pero se puede tener un referencial en base a la tensión que el punto de marchitez permanente se presenta cuando se tiene una tensión de 15 bares. Esto significa que el suelo está reteniendo humedad en sus poros con mucha fuerza que para las plantas es difícil extraerlas para extraer el agua deben crear una fuerza de succión mayor a 15 bares de tensión. Esto no es posible para la mayoría de los cultivos a 15 bares de tensión, la mayoría de las plantas comienza a morir. Por lo tanto, se puede expresar que el agua disponible del suelo para la planta (ADP) es la resta del contenido de humedad a capacidad de campo con el punto de marchitamiento permanente (Martín, 2017).

Algunas experiencias indican que el óptimo rango de riego para obtener los máximos rendimientos en melón, sandía es el riego cuando los tensiómetros ubicados a una profundidad de 30 cm marcan hasta 30 a 50 centibares. De igual manera se ha determinado que la mayor sensibilidad del rendimiento al estrés de humedad se produce en la etapa fenológica de floración. Es conveniente indicar que el riego óptimo de los cultivos habitualmente produce un periodo de maduración más largo en los frutos (Escalona et al., 2009).

3.1.11. Estrés hídrico

Se puede manifestar que el estrés hídrico es una de las principales causas de muerte en las plantas, esto generalmente sucede cuando la transpiración excede al agua absorbida por las raíces. La intensidad y duración influye en las plantas especialmente sobre el crecimiento. los efectos sobre la reducción en la altura, tallo, raíces, área foliar, peso foliar específico y biomasa de la planta también se puede considera al uso eficiente del agua en la productividad este se puede afectar debido a los cambios en la biomasa total y en la evapotranspiración, en los estados fenológicos cuando está en plántula se observa un mayor estrés hídrico debido a que estas aún no han desarrollado un sistema radicular completo, extenso y profundo por lo que su acceso al agua del suelo es limitado (Flores et al., 2012).

El estrés hídrico es un fenómeno que sucede en el suelo en donde es el resultado de someter a la planta a un ambiente escaso de agua, manifestándose la absorción del agua menor a la tasa de transpiración. En ocasiones el estrés hídrico proviene de otros factores como es la elevada salinidad o temperaturas altas condiciones o características que sean capaces de provocar una disminución de agua disponible en el citoplasma de las células de las plantas, se las conoce como estrés osmótico. Citado por (Panchana, 2021).

Al conocer que el 75% de la superficie del planeta se encuentra en condiciones áridas o semiáridas, mientras que el 25% complementario está bajo condiciones periódicas de sequía, y considerándose al recurso agua como primer factor limitante en el crecimiento de las plantas su disponibilidad en la producción agrícola debe ser optimizada se hace necesario realizar estudios concernientes al uso eficiente del agua de riego especialmente por fenómenos causados por el cambio climático (Medrado et al., 2007), además, el uso del agua en la producción agrícola y pecuaria bordea el 60 a 70% del agua disponible (FAO. 2002). En este contexto, la programación de la ampliación del agua riego en los cultivos juega un papel muy importante sobre todo en el uso eficiente del agua en la producción agrícola para obtener mayor producción (Molina 2010). El agua constituye el 80 a 95 % en la masa de los tejidos de las plantas que están en crecimiento, desempeñando funciones esenciales, en condiciones normales de hidratación (Quintal et al., 2012). Pero si las plantas son sometidas a un estrés hídrico elevan los niveles de absorción, ocasionando el cierre de las estomas para evitar la pérdida de agua por transpiración, pero al menor intercambio gaseoso se reduce la tasa de fotosíntesis y finalmente la merma en la producción (Rojas 2016). citado por (León et al., 2019).

3.1.12. Capacidad de campo

La exposición de agua disponible para las plantas se le conoce con Capacidad de campo, pero también existe el punto de marchitez permanente. La capacidad de campo y punto de marchitez permanente se la puede establecer en laboratorio cuando las muestras de suelo son sometidas a equilibrios con presiones correspondientes a 0,3 bares para la CC y 15 bares para PMP (Cohen et al., 2018).

Aquel suelo que escurre todo su exceso de agua de acuerdo con Albert (2015) está en capacidad de campo es decir que los macroporos se encuentran llenos de aire mientras que los microporos están saturados de agua.

El Agua en el suelo puede presentarse de dos formas; higroscópica o capilar, donde la higroscópica se entiende por la fracción retenida por las partículas edáficas la cual no está disponible para las plantas mientras que el agua capilar es la fracción utilizable por las especies vegetales que ocupan los microporos en el suelo, formando las reservas hídricas. El agua capilar puede ser sometida bajo dos tipos de fuerzas distintas y de acciones opuestas. Encontrándose por un lado las fuerzas de succión que tienden a retener el agua en los poros, mientras que la fuerza de la gravedad es más intensa esta agua se mueve hacia una zona más profunda del suelo (Matsum y Nakai., 2017).

Mientras el agua edáfica también asciende, lo que se debe a la capilaridad (efecto especialmente intenso en los climas áridos) y por diferencia de humedad (los horizontes más profundos permanecen más húmedos al estar protegidos en el suelo, por su lejanía respecto a la superficie del suelo, a las pérdidas de agua debidas a la evaporación y a la fracción absorbida por las plantas), el agua no solo se desplaza verticalmente sino que además lo hace siguiendo una dirección lateral, movimiento generalizado en todos los relieves de montaña (Moreno, 2019).

“La humedad ha producido drenaje libre durante unos días y en teoría ya no drena más agua de modo significativo. A una tensión de 0,1 bar para suelos arenosos hasta 0,33 bar en suelos arcillosos. Se trata pues de un punto variable en la humedad” (Zapata, 2020).

3.1.13. Punto de marchitez permanente

El suelo contiene una cantidad de agua la cual va disminuyendo hasta obtener un valor en donde las raíces ya no pueden extraer agua marchitándose las plantas a este momento o punto se considera que ha llegado a punto de marchitez que se da por ocupar el aire en los macroporos, una parte de los microporos se ha quedado sin agua, en definitiva podemos considerar al suelo como un reservorio o depósito de agua que no puede llenarse hasta un cierto nivel máximo definido como capacidad de campo y que tampoco puede vaciarse por debajo de un determinado nivel establecido en la medición por su punto de marchitez (Albert, 2015).

La cantidad de humedad en el punto de marchitez permanente es de tipo higroscópica es decir que esta agua no se encuentra disponible para la planta por causa del esfuerzo de succión que realiza para la obtención de esta la cual se encuentra sobre las 15 atmósferas de presión (Bojacá, 2017).

Confirmando Ruiz, (2010). En su definición que. “El punto de marchitez permanente corresponde a un potencial hídrico de 15 bares y coincide con la humedad del suelo cuando el cultivo se marchita definitivamente”.

“Se trata de otro punto notable de la humedad/tensión del suelo, Se define como la humedad que hay en el suelo a una tensión de 15 bares que viene a coincidir aproximadamente con la mínima tensión que soporta sin secarse” (Zapata, 2020).

3.1.14. Velocidad de infiltración en suelo

“Un proyecto de irrigación se basa en la capacidad de infiltración del suelo en su capacidad de retención del agua útil y la cantidad de agua necesaria” (Thompson et al., 2021).

Otro parámetro hidrofísicos del suelo que se debe analizar específicamente para la selección de un sistema de riego localizado adecuado es la velocidad de infiltración básica, valor que representa la velocidad con que el agua penetra desde la superficie hasta las capas profundas del suelo y depende de su clase textural en donde se implementara el riego (Muñoz et al., 2019).

Tabla 1

Velocidad de infiltración según tipos de estructura de suelo

Tipo de suelo	Velocidad de infiltración
Arenoso	Mayor 30 mm hora ⁻¹
Franco arenoso	20-30 mm hora ⁻¹
Franco	10-20 mm hora ⁻¹
Franco arcilloso	5-10 mm hora ⁻¹
Arcilloso	Menor 5 mm hora ⁻¹

Nota. Velocidad de infiltración para diferentes tipos de suelo, Adaptado de Lop. A.; Peiteado C. y Budes de Aliaru, V. (2005). Curso de riego para agricultores. Proyecto de autogestión del agua en la agricultura WWF/Adena. 34 pp.

Generalmente a la hora de seleccionar el caudal del gotero, este debe ser menor que la velocidad de infiltración para el tipo de textura de suelo donde se establecerá el cultivo, para evitar el movimiento del agua por el fenómeno de escorrentía que se produce después de que el terreno se satura. Otra medida importante es la separación entre goteros en suelos arcillosos esta separación debe oscilar entre 30 y 50 cm, en suelos arenosos entre 10 y 20 cm, puesto que el bulbo de humedecimiento es diferente en cada clase textural de suelo (Zapata, 2020).

“El tiempo de oportunidad de infiltración es la diferencia entre tiempo de recesos y de avance, por lo que puede calcularse fácilmente a través de trayectorias en su avance y receso, la velocidad de infiltración disminuye rápidamente al comienzo del riego para alcanzar más tarde una velocidad constante” (Villalobos y Fereres, 2017).

La duración de la operación de riego es un factor importante que puede ocasionar graves errores cuando no se la realiza correctamente. Por qué es necesario conocer la velocidad de infiltración del suelo, que dependerá de la textura de este. Según datos sistematizados sobre la velocidad de infiltración en un suelo podemos decir que para suelos arenosos es muy elevada, mientras que en un suelo con textura arcillosa es muy baja. Lo importante es calcular dosis necesarias en el tiempo justo para no producir percolación profunda (fácil en terrenos arenosos) ni encharcamientos en superficies (típico en suelos arcillosos) la velocidad de infiltración o permeabilidad en un suelo se mide en mm/h generalizando los siguientes valores. Según los tipos de suelo Marinas y Ladrón (2021). Propone la siguiente tabla:

Tabla 2

Valor de velocidad de permeabilidad de un suelo según su tipo de suelo.

Tipo de suelo	Permeabilidad mm h⁻¹
Ligero (Textura arenosa)	50-100
Medio (Textura Franca)	10-50
Pesado (textura arcillosa)	5-10
Suelos compactados	1-5

Nota. Adaptado de (Marinas y Ladrón, 2021).

3.1.15. Porosidad del suelo

El porcentaje de poros en el volumen total del suelo se mide por el volumen de agua, que acepta un cierto volumen de suelo seco, aceptando la densidad 1 g cm⁻³ para el agua. Aplicándose la siguiente fórmula:

$$\text{Porosidad} = \frac{\text{Peso (suelo + agua)} - \text{peso (suelo)}}{\text{volumen suelo}}$$

“La distribución del tamaño del poro en el suelo (no en la partícula) se mide a partir de la cantidad de agua succionada y es en función a la tensión, succión provocada, esta es proporcional al tamaño del poro. La porosidad influye tanto en la capacidad de drenaje de un suelo como en la posibilidad de aireación de éste” (Muñoz et al., 2019).

“La porosidad del suelo es el volumen de aire y agua en una unidad de volumen de suelo, se expresa en porcentaje y suele tener un valor medio de 50% y hasta de un 80% en suelos con alto contenido de materia orgánica” (Hugo, 2014).

La fórmula que determina la porosidad del suelo $P = \frac{1-da}{dr} \times 100$

Dónde:

P: porosidad del suelo,

da: densidad aparente

dr: es la densidad real

“Llamamos densidad aparente (da) a la relación entre masa de sólidos y volumen total que ocupan, incluyendo el espacio poroso. En cambio, llamamos densidad real (dr) a la relación entre masa de sólidos y volumen que ocupan sin tener en cuenta los poros. Las densidades se expresan en g cm^{-3} ” (Marinas y Ladrón, 2021).

Los poros pueden ser grandes (microporos) por los que circula el aire y más pequeños (microporos) por los que circula y retiene el agua el tamaño y el porcentaje de poros en el suelo es muy importante y condiciona aspectos como la circulación y filtración del agua y su percolación hacia capas más profundas. (Calderón, 2014)

3.2. Fases fenológicas del cultivo de sandía

Para Crawford (2017), la clasificación fonológica de la sandía está establecida en las siguientes etapas:

Tabla 3

Clasificación de las etapas fenológicas según la cantidad de días por etapas según días después de la siembra.

Etapas Fenológicas	Días
Germinación	5-6
Inicio de emisión de guías	18-23
Inicio de floración	25-28
Plena flor	35-40
Inicio de cosecha	71
Término de cosecha	92-100

3.2.1. Variedad de sandía empleada en la instigación

Charleston Gray.

Esta variedad de sandía ha tenido gran acogida en los mercados como también por los agricultores debido a que esta variedad posee buenas condiciones para el almacenamiento con larga durabilidad y resistencia después de haberla cosechado. Su corteza es de color verde

claro con rajadas de color verde oscuro con una pulpa firme de color rojo brillante con sabor dulce como cultivo se adapta a climas áridos y tropicales, sus semillas tienen un color marrón, resiste a enfermedades como fusarium y antracnosis su ciclo para obtener la madurez de los frutos es de 90 a 100 días los cuales alcanza un peso aproximado de 10 a 15 kg. El fruto tiene forma alargada con 25 cm de diámetro y 60 cm de largo se caracteriza esta variedad de ser polinización abierta (Alonso, 2018).

La variedad Charleston Gray genera frutos de tipo elongado grandes de 11 a 13 kg de peso con un promedio en su madurez de 90 días tiene pulpa roja cascara de color verde, es susceptible a la pudrición apical, es resistente al Fusarium y Antracnosis, mediamente resistente a golpes del sol, los rendimientos por hectárea esta entre 15 a 20 toneladas. Resiste al transporte y es de amplia aceptación por el consumidor final (CORPOICA, 2002)

3.2.2. Taxonomía.

Según. Herrera (2018), establece para la sandía la siguiente clasificación taxonómica.

Tabla 4
Taxonomía y morfología de la sandía.

CLACIFICACIÓN TAXNÓMICA	
Reino:	Plantae
Orden:	Campanulales
Suborden:	Violales
Género:	<i>Citrullus</i>
Especie:	<i>Citrullus lanatus Thunb</i>
Familia:	Cucurbitaceae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Dicotyledoneae
Nombre Vulgar:	Sandía

Nota. Adaptado de (Herrera,2018).

3.2.3. Requerimientos agroclimáticos de la sandía

3.2.3.1. Temperatura

Se considera que la temperatura óptima para el cultivo de sandía en etapa de crecimiento durante el día es de 25 a 35 °C y por la noche de 18 a 22 °C, el cero vegetativo se sitúa en los 11 a 13 °C de temperatura ambiental y les da helada a temperaturas de 1°C. El rango de 18 a 20 °C es óptimo para la antesis, o sea la apertura de las flores, que deja sus partes disponibles para la polinización y dehiscencia, apertura espontánea de anteras para dispersar polen. La temperatura mínima para antesis es de 10 °C, por encima de esta temperatura las flores se abren y permanecen así hasta la noche. En condiciones de baja temperatura, la antesis y la dehiscencia de la antera se retrasan hasta el día siguiente. Cuando las temperaturas aumentan por encima de los 30 °C, la antesis ocurre temprano y las flores se cierran a mediodía o durante las primeras horas de la tarde (Peñaloza, 2001). La influencia de la temperatura está relacionada con la diferenciación de primordios florales durante el desarrollo de la flor hasta. Las bajas temperaturas pueden inhibir el desarrollo de flores masculinas después de la diferenciación determinando una precoz aparición de flores femeninas. Para la cuajada de frutos la temperatura debiera ser de 21 °C. La maduración de los frutos se da entre los 20 a 30 °C (INIA, 2017).

El cultivo de sandía es menos exigente en temperatura que el cultivo de melón, considerándose como cultivares triploides que son más exigentes que los normales, se presentan además mayores problemas en la germinación. Cuando las diferencias de temperatura entre el día y la noche son de 20- 30 °C, se puede originar desequilibrios en las plantas: en algunos casos se abre el cuello como también en los tallos y el polen producido no es viable (CENIDA, 2008).

3.2.4. Requerimientos nutricionales de la sandía

El requerimiento nutricional para realizar una fertilización adecuada en el lugar definitivo del cultivo es necesario primero realizar un análisis de suelo que nos permita conocer los elementos nutritivos deficientes. Recomendándole aplicar los elementos fósforo y potasio en la dos primeras semanas dosis que son al momento de la siembra o en el trasplante, al inicio de la floración, pero cuando se fertiliza con nitrógeno se recomienda dividir en tres dosis, una a la siembra o en el trasplante, otra antes de la floración y una última al comenzar la etapa de fructificación (Idrovo, 2007).

Tabla 5
Requerimientos nutricionales de la sandía (kg ha⁻¹).

Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Magnesio	Calcio
165	105	250	20	50

Nota. Tomado de CEDEGE Proyecto AQ-CV-003

3.3. Relación sólidos totales (°Brix), con consumo de agua planta

3.3.1. Sólidos totales (°Brix),

Sólidos totales (°Brix), es una unidad de medida utilizado en la industria alimenticia como un medidor de azúcares o sólidos disueltos en un líquido determinado en diferentes productos como; pulpas, zumos, mermeladas frutas y productos hortícolas (Barajas y Castillo, 2009)

Vega (2013) menciona que 1 ° Brix equivale o es igual a un gramo de sacarosa en 100 g de solución, es decir que en 100 g de solución habrá 25 g de sacarosa y 75 g de agua, en definitiva, los grados brix es una unidad que permite ver el porcentaje de azúcar que tiene determinado producto ya sea frutas verduras entre otro. La sacarosa podemos encontrar de forma natural en las frutas, la sacarosa es un deslío de carbono él está formado por dos disacáridos como son la fructosa y glucosa, con la unión de estas formamos un disacárido, una sandía mantiene de 8 ° Brix tendrá 8 g de azúcares naturales por cada 100 g.

La relación que existe entre el estrés hídrico con los Sólidos totales (°Brix), y en la sanidad del fruto de sandía, está compuesto por un 90% de agua, al momento de dejar de suministrar agua bajará el porcentaje de agua y la pulpa del fruto tendrá más concentración de azúcar con la ayuda de la radiación solar de forma directa, (Granados, 2017).

3.4. Rendimiento

3.4.1. Rendimiento del cultivo de sandía

(Pérez et al., 2003) determinaron que la productividad generada por la aplicación del agua, medida como la cantidad de fruto producida (kg) por unidad de volumen de agua consumida (m³) y el rendimiento de sandía (*Citrullus lanatus*). El rendimiento de fruto más bajo (22.7 t ha⁻¹) se obtuvo con siembra directa, sin acolchado y con riego al 60 % de la evaporación acumulada. Manifestando también que si se siembra con acolchado este propicia un adelanto en la cosecha de siete días en promedio. Dentro de los tratamientos acolchados, el trasplante a inicio de guías permitió adelantar la cosecha en 7 y 14 días con respecto al trasplante de plántulas con dos hojas verdaderas o por el método de siembra directa en seco, respectivamente.

Según datos del MAGAP (2009) en el Ecuador se sembró una superficie de 3.100 ha de sandía con un rendimiento de 6.23 t ha⁻¹; en ese mismo año en la provincia de Manabí se sembraron 1.598 ha, con una producción de 38.191 toneladas y una productividad de 23,899 kg ha⁻¹.

Los frutos de sandía son cosechan a mano dado debido a su tamaño y su condición de externa de la cáscara que es quebradiza a golpes fuertes, por tal razón la manipulación de fruta en la cosecha y postcosecha deben ser con cuidado para evitar daños en la epidermis y pérdida de calidad en la apariencia de la fruta, como también puede presentarse una mayor deshidratación y podredumbre. Para un buen resultado económico del cultivo deben cosecharse por planta entre 1 a 2 frutos que tenga condición comercial en plantas francas y entre 2,0 a 3,0 frutos/planta con calidad y condición comercial en plantas injertadas para identificar madurez en el fruto de la sandía, una práctica de campo razonable es el correcto uso del refractómetro de escala 0 a 30 ° Brix en el período de cosecha (Crawford, 2017).

3.4.2. Clasificación de la sandía en la cosecha

La sandía (*Citrullus lanatus*.) es un fruto no climatérico y, por tanto, para conseguir un grado de calidad óptimo, el fruto debe recolectarse cuando está completamente maduro. La mancha de suelo (la porción del fruto que descansa sobre la tierra) cambia de blanco pálido a amarillo cremoso en el estado apropiado de corte (Gil, 2012).

Los frutos deben ser recolectados dentro de los 20 días de su tiempo de vida posterior a su cosecha, esta selección se llevará a cabo utilizando índices evaluados mediante la coloración de la corteza, pulpa y la forma de este, y sus días transcurridos desde la cosecha del fruto y su estado de madurez. También será importante que la fruta no presente ataques de insectos y/o enfermedades de ningún tipo, presencia de materiales extrañas, olores y sabor

extraño, libres de humedad externa, así como también que su tamaño cumpla con los rangos de calibre y categoría definida en la (NTE-INEN 2005:2009, 2009). Citado por (Velásquez, 2018).

3.4.3. Evaluación económica del cultivo de sandía

Perdomo, (2002). “En su análisis de la evaluación económica de un cultivo manifiesta que se gana por encima de la inversión efectuada. La decisión por tomar consiste en: $B/C > 1.0$ aceptar el proyecto. $B/C < 1.0$ rechazar el proyecto”.

Según Jaime Eslava, (2010), “detalla que para la ejecución del cálculo contable de la relación beneficio costo, se necesitan conocer los ingresos totales y egresos que el proyecto demanda, para su posterior análisis y comprobación del ingreso que se obtiene por cada dólar invertido. $Rel = \text{Ingreso (B) Costo (C)}$ ”

Según el análisis realizado por Barrear y Escudero (2019) en su investigación del cultivo de sandía en donde manifiestan en su investigación que “el rendimiento fue de 8150 kg con un precio de venta al público de \$1,38 dólares obteniéndose un beneficio bruto de \$11247,00 dólares beneficio neto de \$ 8302,00 dólares obteniéndose una relación beneficio costo es de 3,82 con los costos directos de producción de \$ 2945 dólares”, para una hectárea.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Materiales utilizados para la adecuación del lote de terreno:

- Bomba para fumigar de 20 litros
- Estacas
- Rastrillos
- Palancones
- Martillo
- Pala recta
- Azadón
- Clavos
- piola

4.1.2. Maquinaria utilizada en el lote de terreno

- Motocultor con equipo rotavator.

4.1.3. Materiales generales indispensables para la fase de campo

- Rótulos o letreros para señalética de los distintos tratamientos
- Análisis de suelo
- Fertilizantes químicos
- Plántulas de sandía variedad

4.1.4. Equipo de tecnología para trabajo de campo

- Cámara fotográfica
- Impresora
- Celular

4.1.5. Materiales y equipos de Laboratorio

- pH-metro digital de campo (Three-Way Meter)
- Pinzas
- Balanza analítica o digital (ADAMLBX 12)
- Brixómetro o refractómetro digital (Eclipse -BS44-820)
- Calculadora. (Casio)

4.1.6. Programas de análisis.

- XLSTAT 2022, Organización: addinsoft, versión: 24.2.1314.0
- Microsoft® Excel® 2013, versión; MSO (15.0.4420.1017) 32 bits

Id. del producto: 02260-40000-00000-AA 803

4.2. Metodología.

4.2.1. Ubicación.

La investigación se ejecutó en la finca La Dolorosa ubicada en la parroquia La Concepción Cantón Mira, provincia del Carchi. Junto a la quebrada Tulquizán.

Figura 1

Localización del área de estudio.



Nota. Tomado de Google Earth, 2022.

Tabla 6*Ubicación y climatología del área de estudio*

UBICACIÓN POLÍTICA	
Provincia	Carchi
Cantón	Mira
Parroquia	Juan Montalvo
Sector	Tulquizán Finca La Dolorosa
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	
Latitud	0° 33´ 9,25´´ Norte (N)
Longitud	78°7´16,49´´ Oeste (O)
Altitud	1627 msnm
CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	
Temperatura media anual	19,77 °C
Temperatura máxima mensual	20,0 °C
Temperatura mínima mensual	19,4 °C
Precipitación anual	636 mm
Humedad relativa	56%

Nota. Adaptado Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], (2021)

Para el trabajo de investigación se utilizó un enfoque cuantitativo, ya que se trabaja con unidades experimentales en campo donde se tomó datos según las variables evaluadas, en donde se obtuvo los resultados para aplicar un diseño experimental completamente al azar (DCA) tomando como factor controlable el estrés hídrico en las plantas.

4.3. Análisis de Varianza Estadística

- Los datos de las variables son examinados estadísticamente mediante el análisis de varianza (ADEVA) y la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%, para evaluar el diseño experimental completamente al azar (DCA) aplicado. Los registros y se analizaron con el programa XLSTAT 2022, Organización: addinsoft, versión: 24.2.1314.0

Tabla 7

Esquema del ADEVA.

Fuentes de variación	GL (Grados de libertad)
Total	11
Tratamientos	3
Error Experimental	8

4.2.2. Descripción de los Tratamientos

Los tratamientos investigados comprendieron en la aplicación de cuatro diferentes láminas de riego consideradas como estrés hídrico en el cultivo de sandía en sus diferentes etapas fenológicas de desarrollo del cultivo.

4.4. Variables

4.4.1. Variables Independientes:

Láminas de riego.

Tratamiento 1 (lámina de riego al 75 %) con sistema de riego por goteo.

Tratamiento 2 (lámina de riego al 50 %) con sistema de riego por goteo.

Tratamiento 3 (lámina de riego al 25%) con sistema de riego por goteo.

Tratamiento 4 (Testigo, lámina de riego, al 100%) con sistema de riego por goteo.

4.4.2. Variables Dependientes:

Diámetro polar del fruto (mm): De acuerdo con Herrera (2018) es la distancia entre las partes más achatadas de un fruto.

Diámetro ecuatorial del fruto (mm): Es la distancia entre los puntos más externos del fruto (Pérez et al., 2003).

Peso del fruto cosechado (kg): Es el peso que puede llegar a tener un fruto una vez ya cosechado (Gil, 2012).

Sólidos totales (°Brix): Los grados Brix son el total de sacarosa que puede llegar a presentar un fruto (Barrear & Escudero, 2019).

Días cosecha del fruto (días).

Rendimiento (kg): Es el resultado con relación a los recursos utilizados para la obtención del fruto (Barajas y Castillo, 2009).

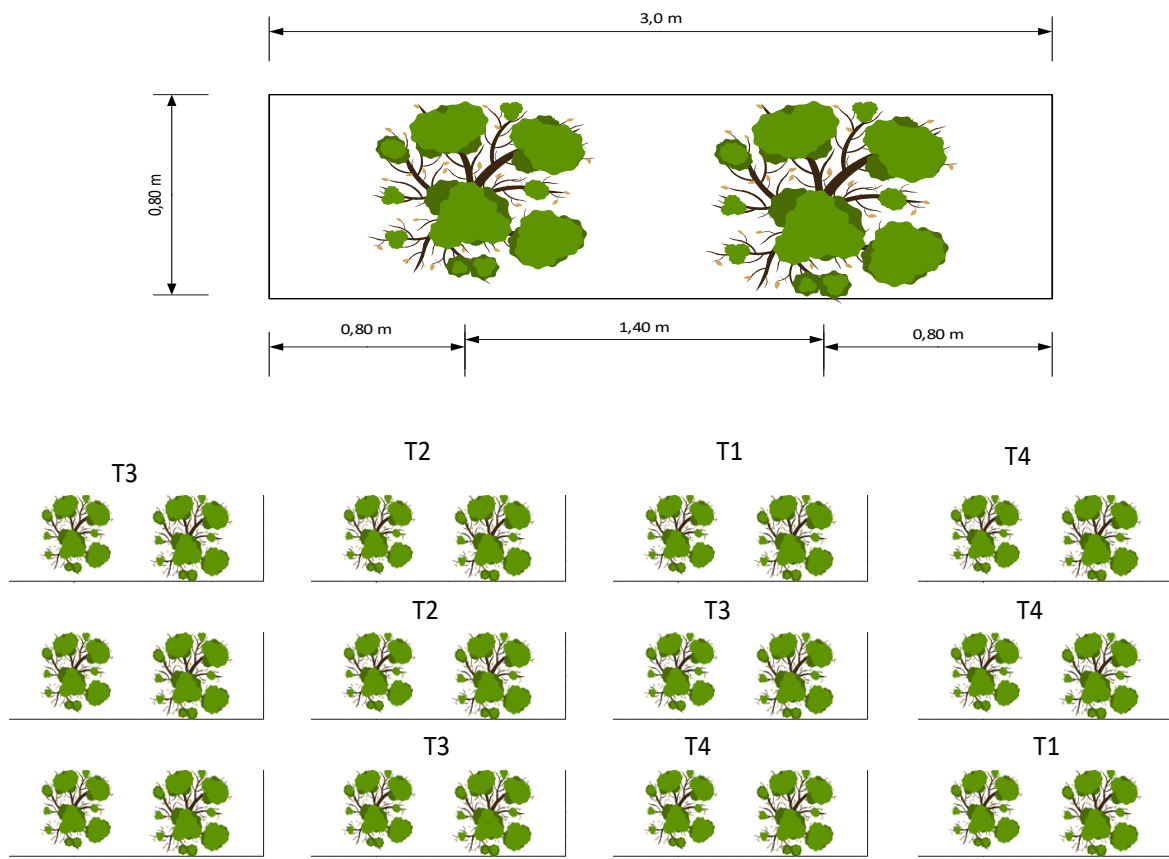
4.5. Unidades Experimentales

Las unidades experimentales son cada plántula de sandía utilizada en el desarrollo de la investigación (Velásquez, 2018).

Figura 2

Distribución de unidades experimentales según tratamientos.

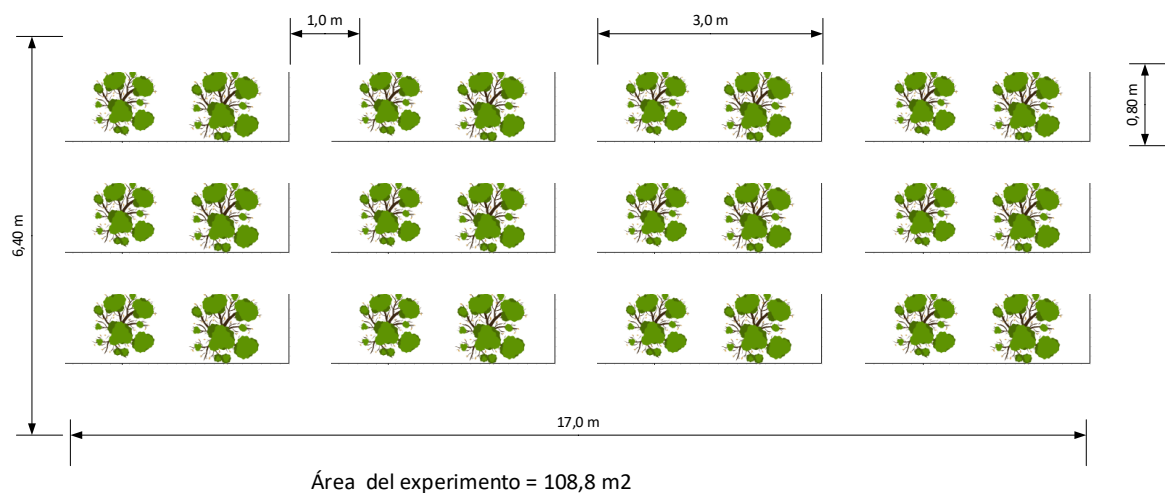
Unidad experimental



Distribución de unidades experimentales según tratamiento

Figura 3

Croquis con medidas de las unidades experimentales



4.6. Cálculo de lámina de riego

Para llevar a cabo la investigación se dividió en cuatro etapas para someter a estrés hídrico con una diferente lámina de riego.

Levantamiento de datos

Área total de la parcela 78 m²

Datos

Cultivo de interés = sandía Variedad (Charleston gray)

Profundidad de la raíz de la sandía = 1,2 m

Disponibilidad de horas de riego cada semana = 48 horas por semana

Textura del suelo = Franco arenoso

Aforo de la fuente de agua $Q = 13,5 \text{ l s}^{-1}$

Tabla 8

Metodología del cálculo de la lámina de riego

Pasos	Descripción	Valores	Instrumento usado
1	Área a regar (m ²)	150	Medición en campo
2	Cultivo a regar	Sandía variedad Charles gray	Ficha del cultivo
3	Profundidad de las raíces (Pr) m	1,2	Ficha técnica de la variedad
4	Tipo de suelo (clase textura)	Franco arenoso	Análisis de suelo
5	Densidad aparente del suelo (g cm ⁻³)	1,4	Calculado – análisis de suelo
6	Capacidad de campo (CC %)	13,44	Calculado con la fórmula de en base análisis de suelo
7	Punto de marchitez permanente (PmP %)	6,7	Calculado con la fórmula de en base análisis de suelo
8	Caudal de la fuente de agua Q (l s ⁻¹)	13	Medición de campo de todos los laterales.
9	Evapotranspiración potencial máxima ETo = mm día ⁻¹	5,0	mm/día
10	Coefficiente del cultivo	1	
11	Porcentaje del área bajo riego PAR %	0,5	Riego Por goteo es 0,5
12	Eficiencia del riego ef. (%)	0,90	Riego por goteo es 0,90
13	Intervalo de riego Ir (días)	3	Para riego por goteo se recomienda de 1 a 3 días con el productor se define los días de intervalo de riego
14	Distancia entre laterales, dl (m)	1,40	
15	Distancia entre emisores de (m)	0,50	Según disponibilidad
15,1	Distancia entre plantas (m)	1,90	Según disponibilidad del cultivo
16	Caudal del emisor q (l h ⁻¹)	4,5	Según el tipo de suelo seleccionar de la tabla g01
18	Distancia entre emisor (M)	0,50	Según el tipo de suelo seleccionar
19	Horas disponibles para riego	12	Turno de agua asignado al predio

Cálculo de Capacidad de campo

Datos análisis de suelo

Arena 47,60 limo 48,609 arcilla 3,80

Fórmula de Peele.

$$Cc = 0,48 Ac + 0,162 L + 0,023 Ar + 2,62$$

$$CC = 0,48 (3,80) + 0,162 48,609 + 0,023 47,60 + 2,62$$

$$CC = 1,824 + 7,87 + 1,09 + 2,62$$

$$CC = 13,44 \%$$

Fórmula de Brix.

$$PmP = 0,302 3,80 + 0,102(48,609 + 0,0147 47,60$$

$$PmP = 1,147 + 4,9 + 0,69$$

$$PmP = 6,7\%$$

Cálculo del requerimiento de riego.

Evapotranspiración

Temperatura media mensual estación agroclimática Salinas Imbabura INAMHI

Código	Estación	Altura	E	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D	ANUAL
M85	Salinas Imbabura INAMHI	1730	19,2	19,1	19,7	19,8	19,9	20,0	20,0	20,0	20,0	19,7	19,5	19,4	19,7

Nota. Tomado del anuario del INAMHI 2018.

Temperatura Promedio Anual es de = 19,2 +

$$19,1 + 19,7 + 19,8 + 19,9 + 20,0 + 20,0 + 20,0 + 20,0 + 19,7 + 19,5 + 19,4 / 12$$

Temperatura anual = 19,69 °C

Latitud = 0° 33' 9,25 '' Norte (N)

Altitud = 1627 msnm

Precipitación = 636 mm

Temperatura = 20 °C

Humedad relativa = 56 %

Cálculo de p según tabla

Mes noviembre = 0,27

Mes diciembre = 0,27

Mes enero = 0,27

Mes febrero = 0,27

Cálculo de f = P (0,46 t +8,13)

Cálculo de f = 0,27 (0,46 x 19,6 +8,13)

f= 0,27 x 17,146

f= 4,62

Calculo n/N

n/N = 13 / 12,1

n/N = 1,07 mes de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo

Calculo de riego

Evapotranspiración	Evapotranspiración del cultivo	Evapotranspiración del gotero
	$ET_c = ET_o \times K_c$	$ET_g = ET_c \times PAR$
$ET_o = 5,0 \text{ mm día}^{-1}$	$ET_c = 5 \text{ mm día}^{-1} \times 1$	$ET_g = 5 \text{ mm día}^{-1} \times 0,5$
	$ET_c = 5 \text{ mm día}^{-1}$	$ET_g = 2,5 \text{ mm día}^{-1} \times 3 \text{ días}$
		$ET_g = 7,5 \text{ mm}$
Lámina bruta Lb	Lámina de riego	Lámina neta de riego L n
$L_b = L \cdot E_f^{-1}$	$L_r = (C_c - P_m P) 100^{-1} \times Pr \times da$	$L_n = ET_g \times Ir$
$L_b = 7,5 \text{ mm } 0,90^{-1}$	$L_r = (13,44 \% - 6,7\%) 100^{-1} \times Pr \times da$	$L_n = 2,5 \text{ mm día}^{-1} \times 0,90$
$L_b = 6,75 \text{ mm}$	$L_r = 6,74 100^{-1} \times 1,2 \text{ m} \times 1,4 \text{ g cm}^3^{-1}$	$L_n = 6,75 \text{ valor aplicar al suelo riego}$
	$L_r = 0,0674 \times 120 \text{ cm} \times 1,4 \text{ g cm}^3^{-1}$	
	$L_r = 11,3 \text{ cm} = 113 \text{ mm}$	
Intensidad de aplicación	Tiempo de riego	Cálculo de volumen de agua
$I_a = q_e (dl \times de)^{-1}$	$T = L_b \text{ día}^{-1}$	$Vol. = 13,6 \times 3600 \times 2,14$
$I_a = 4,5 (1,40 \times 0,50)^{-1}$	$T = 6,75 \text{ mm} / 3,15 \text{ mm hora}^{-1}$	
$I_a = 4,5 0,7$		$Vol. = 104774 \text{ litros de agua}$
$I_a = 3,15 \text{ mm hora}^{-1}$	$T = 2,14 \text{ hora}$	
Cálculo del área según volumen para lámina bruta calculada		
$Area = vol \text{ lb}^{-1}$		
$Area = 104774 / 6,75 \text{ mm}$		
$Area = 150 \text{ m}^2$		
Cálculo del volumen de agua con lámina bruta calculada		
Caudal requerido		

Cuadro de programación de tiempos de riego diario en minutos según lámina bruta calculada

Intervalo de riego	Tiempo cada siete días Horas	Tiempo cada día Horas	100% /día (min)	75%/día (min)	50%/día(min)	25%/día(min)
	2,14	0,30	30	22,5	15	7,5
Cada siete días			2,14	1,6	1,07	0,535

4.7. Cálculo de Fertilizantes

Reporte de análisis de suelo

	Sitio: Finca la dolorosa	Cantón: Mira	Parroquia: Juan Montalvo
	Propiedad: Julio Arboleda Finca La dolorosa		
Cálculo de:	Rendimiento meta para sandía = 22 ton ha ⁻¹		
	Método Simplificado		
	Fórmula s de fertilizante = (suministro del suelo – demanda del cultivo) X eficiencia de recuperación del fertiliz		
	(N-NO ₃ +N-NH ₄) = ((32,25-4,4286) + (32,25 -1,2857))		
	N= 27,8214+30,9643		
N	N= 58,78 ppm		
	Suministro del suelo en N = 58,78 ppm x 30 cm x 1,4 g cm ⁻³ x 0,1		
	Suministro del suelo en N = 246,876 kg ha ⁻¹		
P	Suministro del suelo en P = 36,69 ppm x 30cm x 1,4 g cm ⁻³ x 0,1		
	Suministro de suelo en P = 154 kg ha ⁻¹		
	Suministro del suelo en K = 16,8 ppm x 2,2914 conversión de P = P2O5		
K	Suministro del suelo en K = 38,495ppm		
	Suministro del suelo en K = 38,495ppm x 30 cm x 1,4 g cm ⁻³ x 0,1		
	Suministro del suelo en K = 161,679 kg ha ⁻¹		
	179,4 ppm x 1,3992 = 216,10 ppm conversión de Ca = CaO		
Ca	Suministro del suelo en Ca = 216,10 ppm x 30 cm x 1,4 g cm ⁻³ x 0,1		
	Suministro del suelo en Ca = 907,62 kg ha ⁻¹		
	11,0 ppm x 3 = 33 ppm conversión de S = SO ₄ ⁻²		
S	Suministro del suelo en S = 33 ppm x 30 cm x 1,4 g cm ⁻³ x 0,1		
	Suministro del suelo en S = 138,6 kg ha		
	94,8 ppm x 1,6579 = 157,16ppm conversión de Mg = MgO		
Mg	Suministro del suelo en Mg = 157,16 ppm x 30 cm x 1,4 g cm ⁻³ x 0,1		

4.8. Calidad del fruto.

Para evaluar la calidad del fruto se procedió a usar indicadores organolépticos en donde se ha seleccionado 2 indicadores principales que son:

Sólidos totales (°brix).

Se realizó una medición de grados Brix con la ayuda de un refractómetro de escala 0 a 30 ° Brix (León Cosme, 2019), mencionan que la mejor escala para evaluar es la siguiente:

- Excelente: Sí él % de grados brix sobre 9
- Buena: Sí él % de grados brix está entre 6 y 8
- Mala: Sí él % de grados brix está menos de 6

Peso del fruto cosechado.

Se realizó el pesaje de los frutos de sandía obtenidos de cada tratamiento sometido a una lámina de riego a estrés hídrico, donde Agrosad (2019), indica que el peso ideal está clasificado de la siguiente manera, respecto a la variedad que se va a manejar.

- Excelente: Si él peso está sobre los 6 kg. (peso/fruto cosechado)
- Buena: Si él peso está entre 4 a 6 kg. (peso/fruto cosechado)

- Mala: Si el peso va por debajo de 4 kg. (peso/fruto cosechado)

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Prueba de normalidad y homogeneidad de la varianza

Una vez procesados los datos se realizó de la prueba de Normalidad Shapiro-Wilk, obteniendo como resultado valores (p-value >0,05) de las variables dependientes que se pueden observar en la tabla 9.-

Tabla 9

Resultados de la prueba de normalidad para las variables dependientes

	Variables de Campo				
	Observaciones	Promedio	Desviación estándar	Shapiro test	Homogeneidad Test de levene
Desarrollo foliar (días)	12	19,545	0,498	0,827	0,019
Floración (días)	12	36,636	1,068	0,827	0,019
Fructificación (días)	12	51,636	1,666	0,827	0,019
Cosecha (kg)	12	100,818	2,979	0,827	0,019
	Variables de Laboratorio				
	Observaciones	Promedio	Desviación estándar	Shapiro test	Homogeneidad Test de levene
Peso fruto cosechado (kg)	12	4,679	1,476	0,970	0,019
Diámetro ecuatorial (mm)	12	185,816	54,322	0,957	0,045
Diámetro polar (mm)	12	249,286	37,927	0,919	0,027
Sólidos (° Brix)	12	9,334	0,904	0,906	0,089

Nota. Shapiro-Wilk test p-value >0,05: los datos provienen de distribución normal; p-value <0,05

5.2 Análisis estadístico de las variables de campo

5.2.1 Desarrollo Foliar (días)

El ANOVA respecto de la variable desarrollo foliar, determinó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación de esta variable es de 2,54%; este valor indica la dispersión de los datos observados, respecto al valor promedio de desarrollo foliar es 19,54 días (tabla 10), por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna la cual establece que el efecto de aplicación de una determinada lámina de riego a estrés hídrico permite elevar los grados Brix en el fruto de sandía (*Citrullus lanatus*).

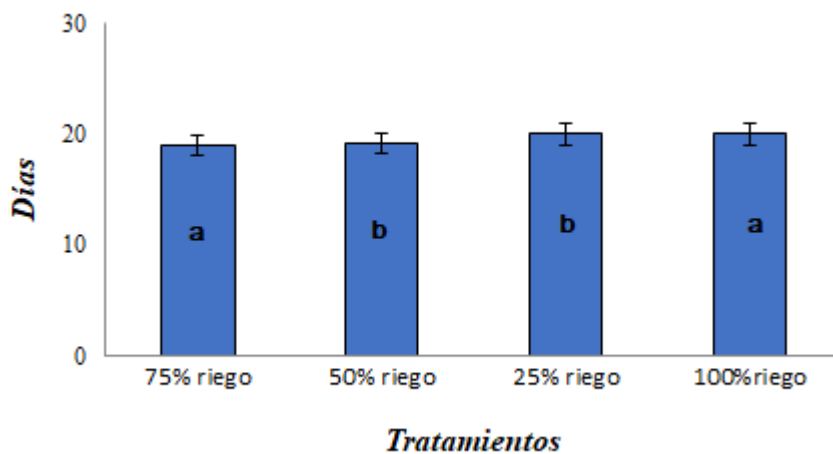
Tabla 10

Análisis de varianza desarrollo foliar (días)

FV	GL	CM	F.cal	
Total	11			
Tratamientos	5	0,516	20,8	**
Error experimental	6	0,025		
	CV	2,54%		
	Promedio	19,54 días		

Figura 4

Comparación múltiple de promedios Tukey al 5% de la variable Desarrollo foliar



La comparación de los datos de la tabla de la prueba Tukey al 5% realizados con la variable desarrollo foliar dan a conocer dos grupos de los cuales predomina el grupo “a” perteneciente al tratamiento 1 (75% de riego) (figura 4), de acuerdo a la comparación con la ficha técnica emitida por MAGAP, (2009) para la variedad *Citrullus lanatus* en cuanto al desarrollo foliar podemos observar que tarda de 25 a 28 días por lo cual concluimos que en este caso se cumple con los parámetros de esta variedad prácticamente en todos los tratamientos ya que se consiguió el desarrollo foliar en menor tiempo al prescrito por la ficha técnica.

Domínguez et al., (2015) en su investigación “El riego deficitario controlado como una estrategia para incrementar la eficiencia en el uso del agua y la rentabilidad de los cultivos extensivos” utilizó *Citrullus lanatus* obteniendo como resultado que a mayor riego el fruto de esta variedad tendrá un desarrollo foliar mucho más rápido que al sufrir un déficit hídrico, además López et al., (2021) luego de realizar su investigación concluye que esta variedad al llegar a poseer hasta un 90% de agua tendrá grandes requerimientos de agua para su desarrollo por lo cual al desarrollarse en sustratos súper absorbentes su desarrollo foliar será acelerado.

5.2.2 Floración (días)

El ANOVA para la variable de floración presenta diferencias significativas, entre tratamientos (tabla 11). El coeficiente de variación muestra la dispersión de los datos observados, respecto del valor de la media aritmética, que, para esta variable, se encuentra en el 2,91% y un valor del promedio alcanzado por la variable de 36 días.

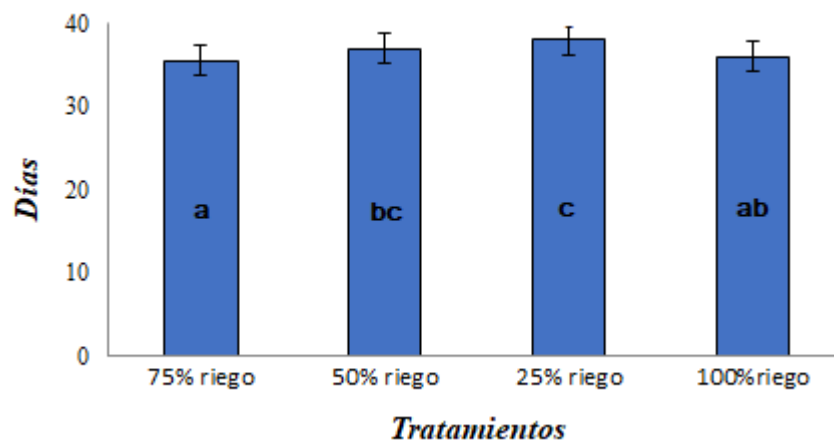
Tabla 11

Análisis de varianza para la variable floración

FV	GL	CM	F.cal	
Total	11			
Tratamientos	5	2,241	10,044	**
Error experimental	6	0,223		
	CV	2,91%		
	Promedio	36 días		

Figura 5

Comparación múltiple de promedios Tukey al 5% de la variable floración



En la prueba de Tukey realizada presenta diferencias significativas marcadas entre tratamientos para la floración de los cuales el tratamiento 1 (75% de riego), es el cual indica menor tiempo de espera para la floración (Figura 5), de acuerdo con la ficha técnica emitida por GERMISEMILLAS (s.f.) la floración puede darse entre 35 a 40 días por lo cual se estaría cumpliendo con este parámetro de la variedad más conocida como Charleston gray.

En la investigación “Eficiencia en el uso del agua” realizada por Camacho (2015) utiliza la variedad *Citrullus lanatus* para determinar la eficiencia que puede tener el uso del agua en este tipo de cultivos es decir ocupó el riego por goteo y llegó a la conclusión que a mayor estrés hídrico menor será el desarrollo de esta variedad ya que la floración de esta ocurrió con mayor rapidez en los tratamientos que hubo mayor riego.

5.2.3. Fructificación (días)

El ANOVA, realizado para fructificación, se observa una diferencia significativa entre los tratamientos. En esta variable, el valor calculado del coeficiente de variación fue de 3,22%; el mismo que indica la dispersión de los datos observados, respecto del valor de la media aritmética; así el valor promedio de fructificación en los tratamientos de 51 días.

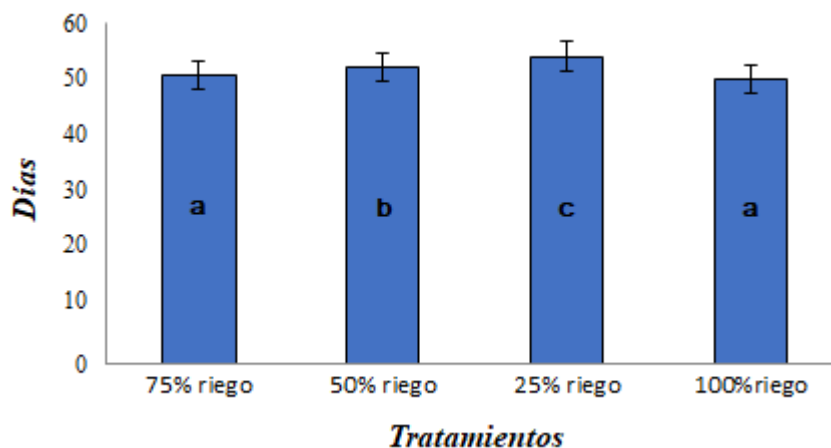
Tabla 12

Análisis de varianza para la variable Fructificación

FV	GL	Días	F.cal	
Total	11			
Tratamientos	5	5,841	26,178	**
Error experimental	6	0,223		
	CV	3,22%		
	Promedio	51 días		

Figura 6

Prueba Tukey al 5% de la variable fructificación



La realización de la prueba Tukey al 5%, muestra tres grupos de significancia de los cuales los tratamientos que demostraron mayor cantidad de unidades experimentales con fructificación en menor tiempo fueron los tratamientos 1 y 4 cumpliendo así con los

parámetros establecidos por GERMISEMILLAS (s.f.) en su ficha técnica para la variedad *Charleston gray*.

Aguilar et al., (2019) en su investigación utilizó dos tipos distintos de sandía obteniendo así para la variedad *Charleston gray* un resultado favorable a mayor cantidad de volumen hídrico es decir que a mayor riego su fructificación será mucho más acelerada además que al ser una variedad con grandes requerimientos de agua debido a su composición líquida esta variedad no reacciona de buena manera cuando se ve sometida a estrés hídrico por lo cual siempre se debe garantizar el riego en esta especie, además Rodríguez (2017) en su investigación con esta variedad pudo concluir que el riego es influye directamente en el desarrollo de esta especie ya que al realizar ensayos sometiendo la variedad a estrés hídrico consiguió los mejores resultados en cuanto a la fructificación en las unidades experimentales con mayor riego.

5.2.4 Cosecha (días)

El ANOVA, realizado, para la variable cosecha, muestra la existencia de diferencia significativa para los tratamientos, En esta variable, el valor calculado del coeficiente de variación fue de 2,95 %, el mismo que indica la dispersión de los datos observados, respecto del valor de la media aritmética; así el valor promedio de la cosecha en los tratamientos es de 100 días.

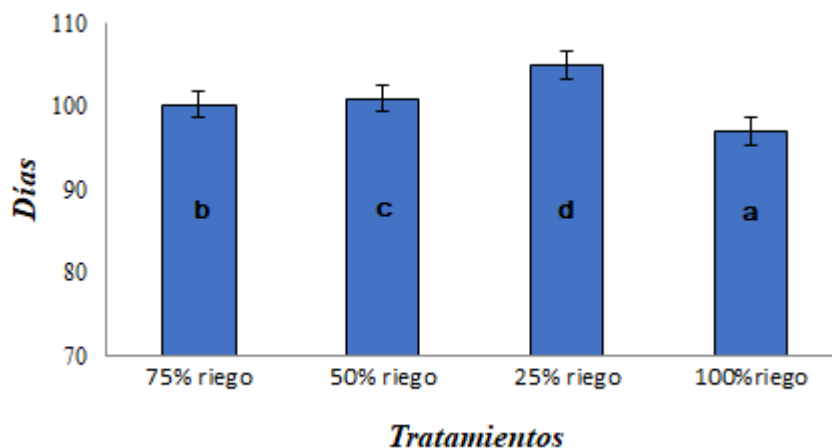
Tabla 13

Análisis de varianza para la variable Cosecha

FV	GL	CM	F.cal	
Total	11			
Tratamientos	5	19,46	348,844	**
Error experimental	6	0,056		
	CV	2,95 %		
	Promedio	100,818 días		

Figura 7

Prueba Tukey al 5% de la variable cosecha



En la figura (7) Presenta diferencias significativas marcadas entre tratamientos para la cosecha. La mayor cosecha se registró en el testigo y tratamiento 3 (75% de riego), con una cosecha cada 100 días en promedio, de acuerdo con GERMISEMILLAS (s.f.) para la variedad *Charleston gray* establece una ficha técnica con un promedio para cosecha de 92 a 100 días por lo cual este parámetro si se cumple.

De acuerdo con los resultados obtenidos por Rodríguez et al., (2019) el balance hídrico es muy necesario en este tipo de sandía puesto que al ser una especie que tiene grandes requerimientos de agua un desequilibrio en cuanto al riego puede afectar mucho su desarrollo y por ende el tiempo de cosecha, además al someter a la variedad *Charleston gray* a dos tratamientos de equilibrio y desequilibrio hídrico pudo notar las grandes diferencias que se generan en cuanto al tiempo de cosecha pues que en unos caso se aceleró la cosecha pero en el caso del tratamiento con desequilibrio los frutos no poseían las características de esta variedad es decir tenían alteraciones tanto en su tamaño como en su peso y en la calidad del producto, en la investigación de Domínguez et al., (2015) aparte de haber descubierto la incidencia directa de la irrigación sobre el desarrollo foliar de la sandía también pudo notar en sus unidades experimentales que el riego constante ayuda al fruto a llegar a un estado de cosecha óptimo en un tiempo promedio de 87 días.

5.3 Análisis estadístico de las variables de laboratorio

5.3.1 Peso de fruto cosechado (kg)

El ANOVA de la variable Peso (tabla 14) muestra una diferencia altamente significativa para los tratamientos; el coeficiente de variación de esta variable es de 31,54%, lo que muestra la dispersión de los datos observados en la investigación, respecto del valor promedio de 4,67 kg.

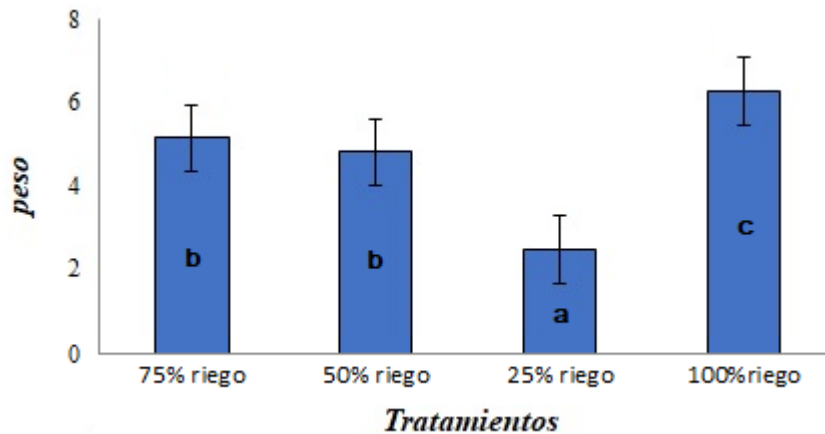
Tabla 14

Análisis de varianza peso fruto cosechado

FV	GL	CM	F.cal	
Total	11			
Tratamientos	5	4,623	32,515	**
Error experimental	6	0,142		
	CV	31,54%		
	Promedio	4,67 kg		

Figura 8

Prueba Tukey al 5% de la variable peso



En la prueba Tukey al 5% se observa la existencia de tres rangos de significancia; siendo el tratamiento 4 (100% de riego) el que brinda mayor peso es decir más volumen en el fruto a diferencia del tratamiento 3 (25% de riego) que brinda menor peso, de acuerdo con la ficha técnica de esta variedad podemos observar que en esta variable no cumple con las características de la variedad según la ficha técnica de GERMISEMILLAS (s.f.) en la cual establecen un peso de entre 12 a 15 kg para el fruto cosechado.

Giménez (2020) en su investigación sobre las garantías para mejorar el riego utiliza esta variedad para ver cómo reacciona al estrés hídrico obteniendo como resultado que esta especie puede sufrir alteraciones en cuanto al peso de su fruto debido a diferentes sustratos que pueden incidir en el desarrollo y maduración de su fruto.

5.3.2 Diámetro ecuatorial (mm)

El ANOVA, muestra la existencia de diferencia significativa entre tratamientos de esta variable (tabla 15). Para los datos analizados se presenta un coeficiente de variación de 29,23%, el valor promedio del diámetro ecuatorial es de 185 mm.

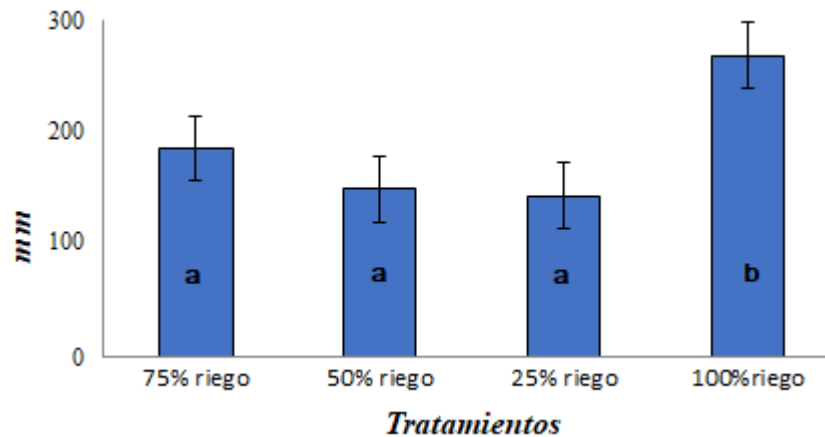
Tabla 15

Análisis de varianza del diámetro ecuatorial

FV	GL	CM	<i>F.cal</i>	
Total	11			
Tratamientos	5	0,614368	21,163	**
Error experimental	6	0,290166		
	CV	29,23%		
	Promedio	185 mm		

Figura 9

Prueba Tukey al 5% de la Diámetro ecuatorial



Al observar la figura 9 de la prueba Tukey al 5% los promedios de la variable diámetro ecuatorial, se observan dos grupos de significancia. El mayor diámetro ecuatorial corresponde al tratamiento 4 con un 100% de riego a diferencia del tratamiento 3 que presenta el menor diámetro ecuatorial de acuerdo con la ficha técnica de GERMISEMILLAS (s.f.) se observa que esta variedad tiene como característica llegar a medir de diámetro ecuatorial entre 25 a 60 cm por lo que para los tratamientos 4 y 1 que son los que brindan mayor diámetro se cumple con esta característica.

En la investigación “Protocolos de riego en paraguay según disponibilidad de agua de riego” de Pérez (2021) establece que a mayor irrigación el diámetro ecuatorial será directamente proporcional es decir que a mayor riego el diámetro ecuatorial será mayor además pudo observar como el testigo resultó ser el que poseía mayor diámetro longitudinal o ecuatorial por lo cual concluyó que el riego influye en el desarrollo de esta variedad.

5.3.3 Diámetro Polar (mm)

El ANOVA de Diámetro polar presenta diferencias altamente significativas entre los tratamientos (tabla 16). En lo que respecta a esta variable, el coeficiente de variación de la dispersión de las observaciones de los tratamientos, respecto de la media aritmética fue de 15,21%; así también, el promedio de diámetro polar fue 249 mm. La cuantificación de esta variable se consideró a la totalidad de las unidades experimentales.

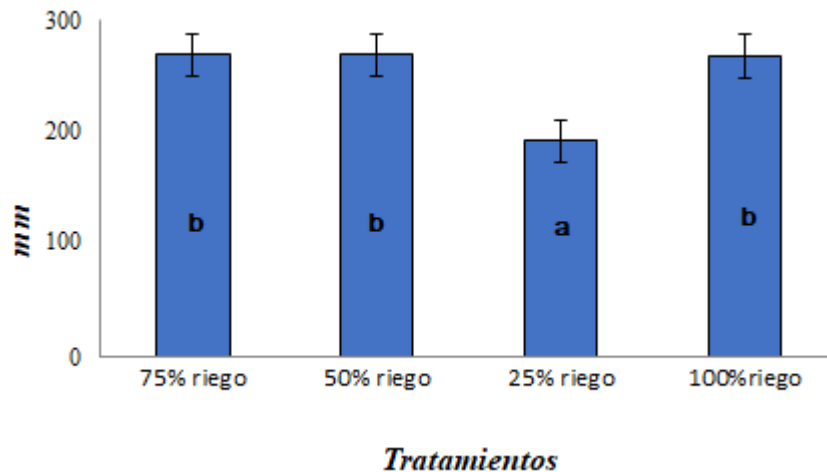
Tabla 16

Análisis de varianza diámetro polar

FV	GL	CM	F.cal	
Total	11			
Tratamientos	5	2,719	7,328	**
Error experimental	6	0,371		
	CV	15,21%		
	Promedio	249 mm		

Figura 10

Prueba Tukey al 5% de la variable diámetro polar



Una vez realizada la prueba de Tukey con un 95% de confiabilidad del diámetro polar, se determinó la existencia de dos grupos de significancia. El mayor diámetro polar se alcanzó con el 100% de riego es decir con la mayor cantidad de agua mientras que el menor fue el tratamiento 4 y 1, GERMISEMILLAS (s.f.) en su ficha técnica establece que esta variedad puede llegar a medir hasta 25 cm de diámetro polar por lo cual los tratamientos aplicados en la investigación lograron cumplir e incluso superar el promedio de diámetro polar para esta variedad.

Rodríguez (2017) realizó una investigación sobre el “Manejo de sandía (*Citrullus lanatus*) tetraploide para producción de semilla” en la cual sometió a esta variedad a estrés hídrico consiguiendo, así como resultado los mayores diámetros polares o las unidades experimentales con mayor diámetro polar (ancho) en los tratamientos con mayor irrigación por lo cual obtuvo mejor rendimiento en cuanto al diámetro polar en los tratamientos con mayor riego.

5.3.4 Sólidos totales (°Brix)

El ANOVA de grados brix, presenta diferencias altamente significativas entre los tratamientos (tabla 17). En lo que respecta a esta variable, el coeficiente de variación de la dispersión de las observaciones de los tratamientos, respecto de la media aritmética fue de 9,68%; así también, el promedio de grados brix fue 9,33. La cuantificación de esta variable se consideró a la totalidad de las unidades experimentales.

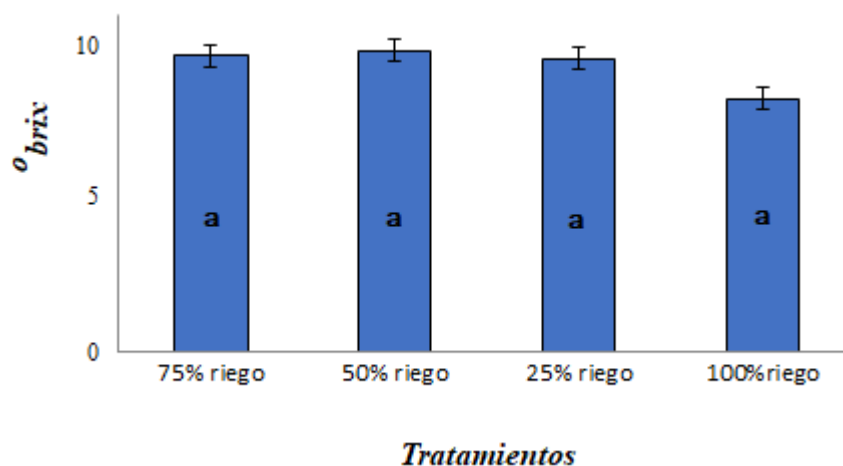
Tabla 17

Análisis de varianza Sólidos totales (°Brix)

FV	GL	CM	F.cal	
Total	11			
Tratamientos	5	1,165	2,206	*
Error experimental	6	0,528		
	CV	9,68%		
	Promedio	9,33 sólidos totales (°Brix)		

Figura 11

Prueba Tukey al 5% de la variable Sólidos totales (°Brix)



Al realizar la prueba de Tukey al 5% de los datos de Sólidos totales (°Brix) se determinó 1 único grupo siendo el mejor tratamiento el 2 con (50% de riego) con 9,843 Sólidos totales (°Brix), de acuerdo con la ficha técnica de esta variedad GERMISEMILLAS (s.f.) puede llegar a tener una cantidad de hasta 10 Sólidos totales (°Brix) por lo cual en la variable se cumple con las especificaciones técnicas para esta variedad.

Pérez (2021) en su investigación utilizó la variedad *Charleston gray*, sometiendo a estrés hídrico obteniendo así los mejores resultados en cuanto a la concentración de azúcares (grados brix) en las unidades experimentales con mayor riego por lo cual el riego es un factor decisivo para la calidad de fruto en esta variedad es así que Rodríguez (2017) de similar manera utilizó esta variedad para la producción de semilla, en su investigación realizó distintos ensayos en uno de ellos sometió la variedad a estrés hídrico en los cuales obtuvo la mayor cantidad de azúcares en aquellas unidades experimentales con mayor irrigación.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- El desarrollo foliar, floración, fructificación y cosecha de *Charleston gray* se ve influenciado directamente por la irrigación que la variedad pueda tener ya que al ser un fruto con hasta un 90% de agua, sus requerimientos hídricos serán altos y constantes.
- La variedad *Charleston gray* de acuerdo con su ficha técnica para el peso puede llegar a alcanzar hasta 15 kg, en la investigación es una variable que no cumplió con las características técnicas de la especie lo cual puede ser resultado de diferentes factores no controlables entre ellos la temperatura y clima.
- La ubicación geográfica puede incidir en el desarrollo de ciertos parámetros como son el diámetro ecuatorial y polar los cuales en la investigación llegaron a cumplir con los parámetros técnicos para esta variedad.
- En cuanto a la concentración de azúcares en el fruto de *Charleston gray* se logró cumplir con los parámetros establecidos por la ficha técnica de esta variedad, obteniendo como resultado que la producción de azúcares depende de la irrigación ya que es un fruto que alberga gran cantidad de agua en su interior.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- *Charleston gray* es una variedad con grandes requerimientos de irrigación por lo cual es recomendable realizar investigaciones que profundicen el uso de distintas maneras de riego y poder determinar cuál sería la más efectiva en cuanto al desarrollo de sus características foliares, de floración de frutos y cosecha.
- Es recomendable realizar más estudios sobre la incidencia que tiene la ubicación geográfica sobre el desarrollo de la variedad *Charleston gray*.
- El cambio de sustratos es un factor importante en el desarrollo de todas las especies vegetales por lo cual se recomienda realizar estudios sobre el tipo de sustrato que pueda ayudar a desarrollar de mejor manera las características de *Charleston gray*.
- La concentración de azúcares (grados brix) en la variedad *Charleston gray* es una característica primordial para su comercialización por lo que se recomienda realizar estudios de cómo aumentar la concentración de los mismos en el fruto.

Capítulo VIII.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrosad. (febrero de 2019). Agrosad:
<https://www.agrosad.com.ec/images/guiascultivo/Guia%20de%20cultivo%20sandia.pdf>
- Aguilar, J; Nájera, I; Baixauli, C & Pascual, B. (2019). Manejo ecológico e integrado de dos cultivos, coliflor y sandía, en L'Horta de València. *Terra Latinoam*, 15(3), 128-132.
- Alarcón, M. (2014). Evaluación de tres híbridos de sandía (*Citrullus lanatus* Schrad) sometidos a diferentes distanciamientos de siembra. Calceta: escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí.
- Albert, F. (2015). Manejo, riego y abonado. Paranifo S.A.
<https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=GyIWCgAAQBAJ&pg=PA3&dq=capacidad+de+campo+de+un+suelo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiNta3btKv4AhWAtYQIHQpaBaU4HhDoAXoECACQAg#v=onepage&q=capacidad%20de%20campo%20de%20un%20suelo&f=false>
- Alonso, M. R. (abril de 2018). semillería agro Norte.: <http://www.agronorte.com.py/sandia-charleston-grey-p101>
- Angulo, G., y Rivera, H. (2018). Análisis de los indicadores técnico-económicos del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) en. Tesis de grado. Fundación Universitaria de Popayán:
<http://univida.fup.edu.co/repositorio/files/original/7ef811a0b714faf86bbbcf40c5353b72.pdf>
- Ascencio, D., Meza, K., Lluen, J., y Simón, G. (2020). Calibración, validación y automatización del sistema de riego por goteo subterráneo usando un microcontrolador Arduino. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 95-105.
- Barajas, C., y Castillo, E. (2009). Relación entre los azúcares reductores totales (art), grados brix y el contenido de sacarosa. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

- Barrera, V., y Escudero, L. (2019). Productividad y sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuaria de las islas Galápagos-Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP):
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5677/1/Productividad%20y%20sostenibilidad%20Galapagos.pdf>
- Bazán, M. (2018). Aforadores de corrientes de agua. INTA - EEA Santiago del Estero:
https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-_curso_aforadores_de_agua.pdf
- Bastidas, S. (23 de noviembre de 2020). La prefectura del Carchi trabaja en proyectos de reforestación y cuidado del medio ambiente.
http://www.mira.gob.ec/index.php?option=com_k2&view=item&id=408:reforestacion%3%B3n
- Bermúdez, R., y Chavarría, R. (2018). Comparación de dos densidades de siembra en las variedades de arroz cuenca fl y sibú fl, con riego por goteo en la época seca en la región Chorotega. Tesis de grado, Universidad de Costa Rica:
https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/86324/Tesis_Posgrado_Guanacaste_Riegogoteo_Arroz.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bojacá, C., Villagrán, E., Gil, R., y Franco, H. (2017). El riego y la fertilización del cultivo de tomate guía técnica de campo. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lazcano.
<https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=4DCjDwAAQBAJ&pg=PA10&dq=riego+punto+de+marchitez+permanente&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjbmqtjvav4AhUkZTABHbdIC2AQ6AF6BAgKEAI#v=onepage&q=riego%20punto%20de%20marchitez%20permanente&f=false>
- Bueno, M. (2022). La agenda del huerto ecológico. RBA libros y publicaciones S.L.U.
<https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=8XBkEAAAQBAJ&pg=PA43&dq=calculo+del+tiempo+de+riego&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiv1OXvpav4AhUxsDEKHytA68Q6wF6BAgJEAE#v=onepage&q=calculo%20del%20tiempo%20de%20riego&f=false>
- Cadena, V. (2016). Hablemos de riego. Quito: Congope.
- Calderón, C. (2014). Operaciones en repoblaciones forestales. Parafino S.A.
<https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=RFYcBQAAQBAJ&pg=PA43&dq=porosidad+del+suelo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjerrxhq34AhXbgIqIHWiGCl84RhDoAXoEAgQAg#v=onepage&q=porosidad%20del%20suelo&f=false>

- Camacho, F. (2015). Eficiencia en el uso del agua. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(1), 286-289.
- CENIDA. (2008). Guía para el cultivo de sandía (*Citrullus Lanatus*). Programa de diversificación hortícola Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valor y Conglomerado Agrícola: <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01CH517s.pdf>
- Cervantes, T., Fortis, M., Trejo, H., Vásquez, C., Gallegos, M., y García, J. (2018). Fertilización química y orgánica en la producción de sandía en el norte de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(20), 4263-4275. <https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6556207>
- Cohen, C., Rodríguez, J., y Salgado, R. (2018). Modelado del Microclima de un Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*) en la Subregión Sabana del Departamento de Sucre, Colombia. *Información tecnológica*, 335-344.
- Cohen, f. S. (2006). Acolchado plástico de color en sandía con riego por goteo. Chapingo: Tierra latinoamericana.
- CONADI. (2017). Cómo determinar cuándo y cómo regar. Ministerio de desarrollo rural Gobierno de Chile: http://www.gea.uchile.cl/archivos/Como_determinar_cuando_y_cuanto_regar_Conadi.pdf
- CORPOICA. (2002). El cultivo de la sandía o patilla (*citrullus lanatus*). Programa regional de transferencia de tecnología Cesar Agosto. https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=bhedfAAAjWQC&printsec=frontcover&dq=Rendimiento+del+cultivo+de+sandia&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Rendimiento%20del%20cultivo%20de%20sandia&f=false
- Crawford, h. (2017). Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía. En H. Crawford, Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía. Santiago de Chile: INIA - INDAP.
- Dalmasio, J. (2016). Influencia del déficit hídrico en diferentes etapas fenológicas sobre el rendimiento y calidad del zapallo. Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.
- Domínguez, A; Martínez, A; Garbero, M & Sáenz, C. (2015). El riego deficitario controlado como una estrategia para incrementar la eficiencia en el uso del agua y la rentabilidad de los cultivos extensivos. *INTA*, 1(1), 126-143.

- Duarte, C. (diciembre de 2012). Efecto del coeficiente de estrés hídrico sobre los rendimientos del cultivo de cebolla. La Habana, La Habana, Cuba.
- Duran, M., Ramos, F., Alvarado, R., y Altamirano, L. (2021). Evaluación del índice de estrés hídrico de cultivos (IEHC) en ají (*Capsicum*) bajo riego por goteo en las condiciones áridas de la costa norte del Perú. *Scientia Agropecuaria*, 481-489.
- Duran, R., Villegas, M., y Nieves, I. (2017). Caracterización y extracción de citrulina de la corteza de la sandía (*Citrullus lanatus* "thunb") consumida en Valledupar. *Temas Agrarios*, 22(1), 60-67.
<https://doi.org/http://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/download/916/1164>
- Elizalde, N., Morales, J., y Santos, L. (2011). Evaluación del riesgo de *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* asociada a semilla de sandía de importación a México. *Fitopatología*, 29(2), 133-145. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/612/61222864005.pdf>
- Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., y Martin, A. (2009). MANUAL DE CULTIVO DEL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*) Y MELÓN (*Cucumis melo* L.). Universidad de Chile Noda Hortícola:
http://www.hortyfresco.uchile.cl/docs/manuales_innova/Manual_cultivo_sandia_y_melon.pdf
- FAO. (2000). SANDÍA, CITRULLUS LANATUS / CUCURBITACEAE. Hortalizas y frutas.
- Flores, L., Estrada, H., Jiménez, J., y Pisón, L. (2012). Efecto del estrés hídrico sobre el crecimiento y eficiencia del uso del agua en plántulas de tres especies arbóreas caducifolias. *Terra Latinoamericana*, 343-353.
- García, F., Gonzales, D., Villaseñor, P., y Huitrón, M. (2018). Producción de sandía con portainjertos en suelos infestados con el virus de la mancha necrótica del melón. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(3), 577-587.
https://doi.org/http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342018000300578
- GERMISEMILLAS. (S.f.). Ficha Técnica Sandía Charleston Gray. Antioquia: Centro logístico y editorial Qbox. Recuperado de <http://www.germisemillas.com/files/fichas-tecnicas/hortalizas/ficha-tecnica-sandia-charleston-gray.pdf>

- Gestiriego. (2016). Diseño agronómico. <https://www.gestiriego.com/disenio-agronomico/>
- Gil, G. (2012). Fruticultura madurez de la fruta y manejo pos-cosecha Frutas de clima templado y subtropical. Universidad Católica de Chile.
<https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=x-tTDwAAQBAJ&pg=PA18&dq=fruticultura+Clasificaci%C3%B3n+de+la+sand%C3%ADa+cosecha&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi46qKvjK34AhW3SjABHXWzDkgQ6AF6BAgJEAI#v=onepage&q=fruticultura%20Clasificaci%C3%B3n%20de%20la%20sand%C3%ADa%20cose>
- Giménez, R. (2020). Evaluación de alternativas para mejorar la garantía de suministro en el sector Entre sierras de la CC.RR. de Pulpí en el T.M. de Pulpí (Almería). *Terra Latinoam*, 49(2), 118-124.
- González, H., González, S., & Rosales, T. (2012). Caracterización de compuestos volátiles durante el secado por aspersión de jugo de sandía (*Citrullus lanatus Thunb.*). *Investigacion y ciencia*, 19(51), 10-15.
<https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/674/67418397002.pdf>
- Granados Rivas, y. e. (2017). Efecto de la aplicación de tres abonos orgánicos (líquidos) en tres dosis en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) establecido en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos. San Pedro: Quevedo-UTEQ.
- Herrera, a. (marzo de 2018). Infoagro.com. Infoagro.com:
https://canales.hoy.es/canalagro/datos/frutas/frutas_tradicionales/sandia.htm
- Hugo, C. (2014). Hablemos de riego. El telégrafo EP.
<https://doi.org/http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/HABLEMOS-DE-RIEGO-LOW.pdf>
- Humphrey, C. (2017). Manual de manejo agronómico para el cultivo de sandía. Santiago de Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- Idrovo, J. (2007). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la producción. Estudio del Comportamiento Agronómico de las Zeolitas en la Fertilización del Cultivo de la Sandía (*Citrullus vulgaris*) en la Zona de Taura, Guayas”.
- INIA. (2017). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Manual de manejo agronómico para el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus Thunb.*) Matsum. et Nakai.:

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6667/NR40898.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Jiménez, S. (2017). Diseño Agronómico e hidráulico de sistemas de riego presurizado. Hidráulica Fácil: <https://www.hidraulicafacil.com/2017/05/disenio-hidraulico-de-sistemas-de-riego.html>

Lamo, J. (2016). Manual de métodos de riego. Fundación SUNA: <https://fundacionsuna.org/wp-content/uploads/PDF/Jaime-Lamo/Manual-m%3%89todos-de-sistemas-de-riego.pdf>

León, A., Arzube, M., Catuto, D., e Hidalgo, G. (2019). Comportamiento productivo de la sandía (*Citrullus lanatus*) bajo el efecto de diferentes láminas de riego en Santa Elena, Ecuador. Revista Científica y Tecnológica UPSE Vol. 5, N° 2, 6-9.

León Cosme, P. N. (2019). Evaluación del efecto sobre el rendimiento y calidad del fruto de dos métodos de injerto en sandía (*Citrullus lanatus Thunb*) en costa central de Perú. Manglar.

López, E., Pacheco, F., Huez, M., Rodríguez, J., León, J., y Garza, S. (2011). Sandía (*Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. y Nakai*) injertada sobre diferentes portainjertos de calabaza (*Cucurbita maxima x Cucurbita moschata*). Biotecnia, 12(2), 3-10. <https://doi.org/https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/87/80>

López, A; López, N & López, M. (2021). Modificación de las propiedades de retención de agua de sustratos mediante el uso de supe absorbentes. *Locid*, 1(3), 42-47.

López, R. (diciembre de 2016). Manejo y uso eficiente del agua de riego intrapredial para el sur de Chile. Conceptos y consideraciones básicas en métodos y programación de riego para optimizar el recurso hídrico.: https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/_5cc083a547bfb.pdf

Mantilla, G., De la Torre, S., Gómez, E., Ordóñez, N., Euscategui, C., Sánchez, R., Pérez, S., Martínez, N., Maldonado, N., Gaitán, J., Chávez, L., Chamorro, C., y Flores, A. (2001). Los suelos estabilidad, productividad y degradación. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005192/medioambiente/cap6.pdf>

Marinas, M., y Ladrón, M. (2021). Operaciones básicas para el mantenimiento de jardines, parques y zonas verdes. Tutor Formación. <https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=jqoxEAAAQBAJ&pg=PA27&>

dq=velocidad+de+infiltraci%C3%B3n+en+suelo+para+riego&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjSjL28zKv4AhU8SzABHZfjAio4ChDoAXoECA YQAg#v=onepage&q=velocidad%20de%20infiltraci%C3%B3n%20en%20suelo%20para%20riego&f=false

- Marcillo, D., Vivas, P., y Alarcón, J. (2021). Evaluación de la fuente de incertidumbre en la curva de descarga de la microcuenca “Las Flores”, San Sebastián, Manabí, Ecuador. Dilemas contemporáneos: educación, política y valores.
- Martín, E. (2017). Métodos para Medir la Humedad del Suelo para la Programación del Riego ¿Cuándo? The University of Arizona College of Agriculture and Life Sciences Tucson, Arizona 85721, 1-7.
- Matsum, y Nakai. (2017). Manual de manejo de manejo agronómico para el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb). Instituto de desarrollo agropecuario - Instituto de investigación boletín INIA N°367:
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6667/NR40898.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Medina, B. (2019). Aplicación de láminas de agua para recuperación del suelo salino en sandía (*citrullus lanatus*) predio los Papayos, Viru, La libertad 2019. Tesis de grado. Universidad Nacional de Trujillo:
<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12328/Medina%20Zavaleta%2c%20Bruno%20Paolo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Medina, h. (2013). Caracterización bromatológica de especies y subproductos vegetales en el trópico húmedo de Palmira: Acta Agronómica.
- Moratiel, R. (2018). Riego en cultivos fundamentos y manejo. ediciones Mundi Prensa.
<https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=f6s2DwAAQBAJ&pg=PA109&dq=calculo+del+tiempo+de+riego&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjksrGrav4AhXDsoQIHdmrBxwQ6AF6BAgGEAI#v=onepage&q=calculo%20del%20tiempo%20de%20riego&f=false>
- Moreno, A. (2019). Programación y control de riego y la fertilización de los cultivos. Paraninfo S.A.
<https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=HSWVDwAAQBAJ&pg=PA115&dq=capacidad+de+campo+de+un+suelo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiU24-Cuqv4AhWFTjABHVmZDR04PBD0AXoECAUQAg#v=onepage&q=capacidad%20de%20campo%20de%20un%20suelo&f=false>

- Muñoz, V., Álvarez, J., Asedegbega, E., y Pérez, M. (2019). Gestión y conservación de aguas y suelos. Uned.es/publicaciones.
https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=8w_FDwAAQBAJ&pg=PT366&dq=porosidad+del+suelo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj9-tKHga34AhWotYQIHfy9Bvo4FBDoAXoECAsQAg#v=onepage&q=porosidad%20del%20suelo&f=false
- Núñez, H., Ochoa, A., y Gómez, M. (2008). Alternativa biotecnológica para melones, sandías, pepinos y calabazas. Ciencia y desarrollo, 34(218), 8-15.
<https://doi.org/https://www.cyd.conacyt.gob.mx/archivo/218/Articulos/Alternativa/Alternativa3.html>
- Orrala, N., Herrera, L., Mayorga, M., y Pozo, L. (2016). Efecto de nematocidas biológicos y del portainjerto en la producción de sandía (*Citrullus lanatus L.*) en Ecuador. Centro Agrícola, 43 (4), 36-41.
https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852016000400005
- Orrala, N. (2015). Influencia de patrones sobre la producción y calidad del fruto de sandía en Santa Elena, Ecuador. Centro agrícola, Centro de Investigación Agropecuarios, 40(4), 11- 48. <https://doi.org/http://cagricola.uclv.edu.cu/index.php/es/volumen-40-2013/numero-4-2013/152-influencia-de-patrones-sobre-la-produccion-y-calidad-del-fruto-de-sandia-en-santa-elena-ecuador>
- Orrala, N., Herrera, L., y Balmaseda, C. (2021). Técnicas de cultivo de sandía injertada, efectos en rendimiento y calidad del fruto. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 10(8), 1887-1894. https://doi.org/http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342019000801887&script=sci_arttext
- Orrala, N., Herrera, L., y Balmaseda, C. (2021). Técnicas de cultivo de sandía injertada, efectos en rendimiento y calidad del fruto. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 10(8), 1887-1894. https://doi.org/http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342019000801887&script=sci_arttext
- Ortiz, R., y Chile, M. (2020). Métodos de cálculo para estimar la evapotranspiración de referencia para el Valle de Tumbaco. Siembra, 70-79.
- Pagán, E. (13 de febrero de 2012). Uso de Indicadores del Estado Hídrico de la Planta para la Optimización del Riego en Cultivos Leñosos. Tesis de grado. Universidad Politécnica de Cartagena: file:///C:/Users/Marcia/Downloads/epr_C.pdf

- Panchana, A. (2021). Respuesta a la adaptación de cultivos hortícolas tolerantes al estrés hídrico en la zona de producción de La Comuna San Marcos. Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena Facultad de Ciencias Agrarias: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6323/1/UPSE-TIA-2021-0062.pdf>
- Pérez, A. (2021). Protocolos de riego en paraguayo según disponibilidad de agua de riego. *ETSIA*, 3(2), 62-71.
- Pérez, J., Sánchez, I., Mendoza, F., Inzunza, M., y Cueto, J. (2003). Productividad y rendimiento de sandía por efecto del agua en diferentes condiciones de manejo. *Revista Chapingo serie Horticultura*, 9(2), 209-223. [https://doi.org/file:///C:/Users/Marcia/Downloads/rchshIX185%20\(1\).pdf](https://doi.org/file:///C:/Users/Marcia/Downloads/rchshIX185%20(1).pdf)
- PROAIN. (septiembre de 2020). Frecuencia y tiempos de riego para los cultivos agrícolas. Hortalizas PROAIN Tecnología Agrícola: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/frecuencia-y-tiempos-de-riego-para-los-cultivos-agricolas>
- Ramírez, B., García, J., y Mora, J. (2015). Producción de melón y sandía en la Comarca Lagunera: un estudio de planeación para reducir la volatilidad de precios. *Ciencia Ergo Su*, 22(1), 45-53. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/104/10434128006.pdf>
- Ramos, C. (2014). Metodología de cálculo de ETP aplicando teledetección caso Valle de Chíncha. *Análisis científicos Universidad agraria La Molina*, 64-72.
- Rasuri, L. (8 de agosto de 2020). Ingeniería hidráulica. <https://www.hidraulicautiling.com/2020/04/aforo-de-caudales.html>
- Rentería, M., Guerra, M., y Ochoa, A. (2018). Análisis filogenético multilocus del complejo fúngico asociado a pudrición radicular de sandía en Sonora, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 36(2), 233-255. https://doi.org/http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0185-33092018000200233
- Rodríguez, R., Aguirre, G., Rodríguez, J., y Watts, C. (2017). Estimación de evapotranspiración con imágenes de PROBA-V de un cultivo de sandía en la costa de Hermosillo, Sonora, México. *Terra Latinoam*, 35(4), 301-308. https://doi.org/http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792017000400301

- Rodríguez, A; Salgado, R & Lozano, D. (2019). Balance hídrico de una cuenca regable al sur de España utilizando técnicas de teledetección. *Centro Agrícola*, 27 (2), 15-19.
- Rodríguez, E. (2017). Manejo de sandía (*Citrullus lanatus*) tetraploide para producción de semilla. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 42(2), 33-40.
- Román, L., Díaz, T., y López, J. (2017). Evapotranspiración del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) en la costa de Hermosillo, Sonora, México. *Terra Latinoam*, 35(1), 41- 49. https://doi.org/http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792017000100041
- Rueda, R., Reyes, J., Pérez, A., Flores, M., y Romero, M. (2015). Calidad de frutos de sandía polinizados artificialmente. *Inter ciencia*, 40(12), 866-868. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/339/33943081009.pdf>
- Rueda, E., Tarazón, M., García, J., Murillo, B., Holguín, R., Flores, A., Sánchez, A., & Preciado, P. (2006). Producción de Antisuero Contra la Mancha Bacteriana del Fruto [*Acidovorax avenae* pv. *citrulli* (Schaad, Sowell, Goth, Colwell y Webb) Willems, Goor, Thielemans, Gillis, Kersters y De Ley] y su Detección en el Cultivo de Sandía (*Citrullus vulgaris* Schrad.). *Fitopatología*, 24(2), 129-136. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61224207>
- Ruiz, A., y Molina, J. (2010). Automatización y control de sistema de riego. Marcombo. <https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=ukxOEAAAQBAJ&pg=PA191&dq=riego+punto+de+marchitez+permanente&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiTieuNwKv4AhVMmYQIHfNRD8M4ChDoAXoECAkQA#v=onepage&q=riego%20punto%20de%20marchitez%20permanente&f=false>
- Sangucho, J. (14 de marzo de 2018). Cálculo de la evapotranspiración a partir de la información agrometeorológica de la estación MA - 56. Tesis de grado. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/14305/T-IASA%20I-005439.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sarmiento, L. (agosto de 2017). El huerto. El huerto: <https://www.jardineriaon.com/sandia.html>
- SENPLADES. (22 de SEPTIEMBRE de 2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida:

https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf

Steduto, P. (2012). Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua. Roma: FAO.

<https://doi.org/https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2015001461>

Suárez, A., Grimaldo, O., y García, A. (2017). Influencia del portainjerto en la calidad postcosecha de sandía. *Chapingo Ser.Hortic*, 23(1), 49-58.

https://doi.org/http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2017000100049&script=sci_arttext&tlng=es

Subía, d. m. (2006). influencia del dos tipos de riego en variedades de sandía para aumento de grados brix. Ibarra: repositorio UTN.

Thompson, L., y Troeh, F. (2021). Los suelos y su fertilidad. Reverté S.A.

<https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=VpIUEAAAQBAJ&pg=PA557&dq=velocidad+de+infiltraci%C3%B3n+en+suelo+para+riego&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwicmNaQxqv4AhVWbTABHdvVBUMQ6AF6BAGHEAI#v=onepage&q=velocidad%20de%20infiltraci%C3%B3n%20en%20suelo%20para%20riego&f=false>

Uzcanga, N., Cano, A., y Ramírez, J. (2015). Diagnóstico socioeconómico del cultivo de sandía en el estado de Campeche, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(6), 1331-1344.

<https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/2631/263140688015.pdf>

Vega Matías, D. h. (2013). Procesamiento del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) para obtener una bebida alimentaria de bajos grados brix. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química.

Velásquez, J. (2018). Estudio comparativo entre el empaquetado tradicional de frutas (melón, sandía, mango, frutilla) rebanadas (plato y film) y el uso de atmósferas modificadas. Tesis de grado. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil:

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11465/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-43.pdf>

Villalobos, F., y Fereres, E. (2017). Fitotecnia principios de agronomía para una agricultura sostenible. Mundi prensa.

<https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=DaEkDwAAQBAJ&pg=PA296&dq=velocidad+de+infiltraci%C3%B3n+en+suelo+para+riego&hl=es&sa=X&ved>

=2ahUKEwjSjL28zKv4AhU8SzABHZfjAio4ChDoAXoECAQQAg#v=onepage&q=velocidad%20de%20infiltraci%C3%B3n%20en%20suelo%20para%20riego&f=fa

WWF. (2009). Manual de buenas prácticas del riego. Propuestas de WWF para un uso eficiente del agua en la agricultura:
http://awsassets.wwf.es/downloads/buenas_practicas_de_riego.pdf

Zapata, A. (2020). Manual práctico de los sistemas de riego localizados. Mindi prensa.

<https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=-8znDwAAQBAJ&pg=PA23&dq=riego+punto+de+marchitez+permanente&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiTieuNwKv4AhVMmYQIHfNRD8M4ChDoAXoECA YQAg#v=onepage&q=riego%20punto%20de%20marchitez%20permanente&f=false>

ANEXOS

Anexo 1 Requerimiento del Kc por fase fenológica.

Valores de Kc para el cultivo de sandía				
Etapa del cultivo	Inicial (mm)	Desarrollo(mm)	Media (mm)	Maduración(mm)
Sandia Charleston gray	0,45	0,75	1	0,70

(Humphrey, 2017)

Una vez que tenemos los valores referenciales en cuanto al Kc del cultivo de sandía nuestros tratamientos a lámina de riego sometidos a estrés hídrico van planteados de la siguiente manera.

Valores de Kc para el cultivo de sandía					
Etapa del cultivo	Inicial (mm)	Desarrollo (mm)	Media (mm)	Maduración (mm)	Porcentaje de aplicación (%)
Tratamiento 1	0,45	0,75	1	0,70	100
Tratamiento 2	0,34	0,56	0,75	0,53	75
Tratamiento 3	22,5	0,38	0,5	0,35	50
Tratamiento 4	0,11	0,19	0,25	0,18	25

Anexo 2 fotografías de la fase de campo y laboratorio del experimento

Figura 12 Elaboración de camas y toma de muestra de suelo



Figura 13 Plántulas de sandía variedad Charleston Gray



Figura 14 Instalación del sistema de riego y señalización de tratamientos



Figura 15 Regulación de válvulas del sistema de riego para cada tratamiento



Figura 16 Comprobación de emisores del sistema de riego



Figura 17 labores culturales control preventivo de enfermedades



Figura 18 Labores culturales deshierba y aporque a plantas de sandia



Figura 19 labores culturales deshierba



Figura 20 Medición de humedad y diámetro de tallo



Figura 21 Medición en campo de variables del cultivo de sandia



Figura 22 Conteo de flores de las plantas de sandia



Figura 23 Controles fitosanitarios del cultivo



Figura 24 Conteo de frutos de sandía cuajados



Figura 25 Conteo de frutos

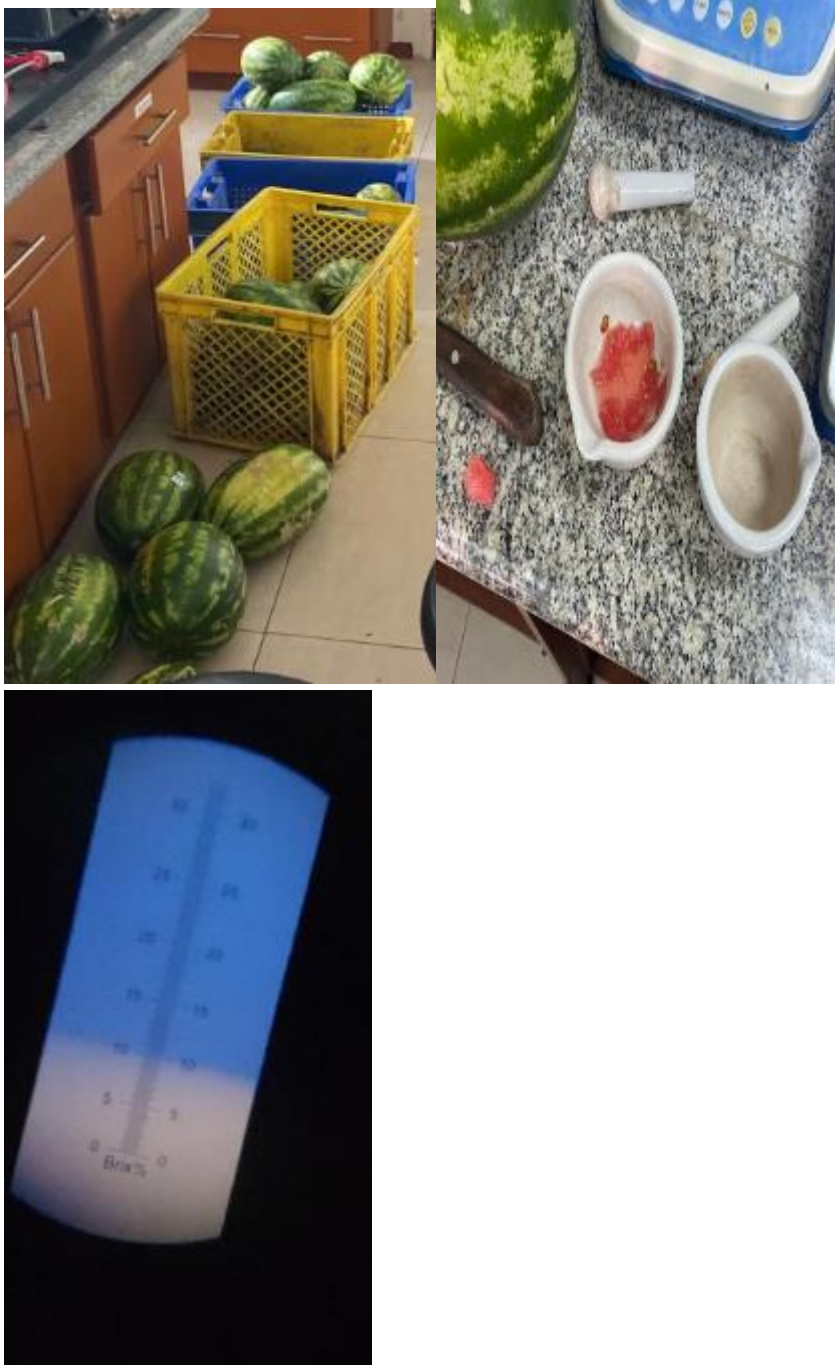




FIGURA 26 COSECHA DE SANDIA



Figura 27 Análisis de fruta solidos totales (°Brix) laboratorio ECAA



Anexo 3 Resultados de análisis de suelo laboratorio particular LABORNOT

Resultado de análisis de suelo

Nutrientes	Valor	Unidad
N	32,25	ppm
P	36,69	ppm
S	11,0	ppm
K	1,68	meq/100ml
Ca	17,94	meq/100ml
Mg	9,84	meq/100ml
Zn	4,61	ppm
Cu	2,96	ppm
Fe	19,25	ppm
Mn	2,55	ppm
B	1,64	ppm
pH	8,90	
Al		
Na		
Ce	0,820	ms/cm
MO	2,75%	
Tipo de suelo	Franco arenoso	
Arena	47,60	
Limo	48,60	
arcilla	3,80	

Anexo 4 Cuadros de datos de campo de variables observadas

	tratamientos	Tratamiento	Repeticion	Desarrollo foliar	floracion	fructificacion	cosecha	peso	Diamtro Ecuatorial	Diametro polar	Grados brix	
	R1T1		1	1	19,00	35,00	50,00	100,00	5,64	190,67	296,33	10,33
	R2T1		1	2	19,545	36,636	51,636	100,818	4,679	185,816	249,286	9,334
75%	R3T1		1	3	19,00	35,00	50,00	100,00	5,13	179,67	261,33	9,37
	R1T2		2	1	20,00	37,00	52,00	101,00	4,66	162,00	263,33	9,40
	R2T2		2	2	20,00	37,00	52,00	101,00	4,96	114,00	271,50	10,40
50%	R3T2		2	3	20,00	37,00	52,00	101,00	4,84	167,00	272,33	9,73
	R1T3		3	1	20,00	38,00	54,00	105,00	2,25	136,67	174,67	10,13
	R2T3		3	2	20,00	38,00	54,00	105,00	2,94	152,67	214,67	10,40
25%	R3T3		3	3	20,00	38,00	54,00	105,00	2,21	137,00	183,67	8,16
	R1T4		4	1	19,00	36,00	50,00	97,00	6,20	265,65	265,65	8,17
	R2T4		4	2	19,00	36,00	50,00	97,00	6,50	262,33	262,33	8,16
100%	R3T4		4	3	19,00	36,00	50,00	97,00	6,13	276,33	276,33	8,43

Anexo 5 Temperaturas mensuales de estaciones agroclimáticas

CODIGO	ESTACION	ALTURA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
M01	INGUINCHO	3185	10.2	10.2	10.2	10.4	10.4	10.1	9.6	9.8	10.1	10.3	10.3	10.4	10.2
M02	ATUNCAQUI	2200	15.3	15.3	15.6	15.6	15.6	15.6	15.5	15.6	15.7	15.5	15.4	15.4	15.5
M03	IBARRA-AEROPUERTO	2214	15.3	15.5	15.7	15.9	15.9	15.5	15.5	15.6	15.8	15.6	15.4	15.4	15.6
M04	BOLIVAR-CARCHI- INERHI	2640	14.5	14.6	14.8	15.7	15.2	15.1	14.5	14.3	14.9	15.4	14.7	15.9	15.0
M05	SALINASIMBAURAINERHI	1730	19.2	19.1	19.7	19.8	19.9	20.0	20.0	20.0	20.0	19.7	19.5	19.4	19.7
M02	EL ANGEL	3055	11.8	11.8	11.9	12.1	12.0	11.6	11.2	11.2	11.7	12.1	12.0	12.0	11.8
M03	SANGABRIEL	3880	12.3	12.3	12.4	12.5	12.4	11.8	11.2	11.3	11.8	12.4	12.6	12.5	12.1
M04	MIRAFLOGRANIALA PORTADA	2270	16.7	16.6	17.0	17.2	17.2	17.5	16.9	17.2	17.4	17.2	16.9	16.7	17.0
M06	LITA	740	22.8	22.9	23.1	23.3	23.2	23.0	22.9	22.7	22.7	22.7	22.5	22.6	22.9
M07	CAHUASQUI-FAO	2335	16.3	16.5	16.6	16.9	16.9	17.0	16.6	16.8	17.1	16.8	16.6	16.6	16.7
M10	SAN PABLO DEL LAGO	2700	13.5	13.5	13.7	13.7	13.7	13.5	13.3	13.5	13.6	13.8	13.8	13.6	13.6
M11	CAHUASQUI	2340	15.7	15.7	15.5	16.5	16.7	16.1	16.4	16.8	17.0	17.1	16.8	16.1	16.4
M05	CHITAYACU		15.8	16.1	16.0	17.0	17.3	17.4	17.9	18.1	17.5	17.9	17.0	16.7	17.1

Nota: Tomado de anuario meteorológico INAMHI 2018.