



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE DOS VARIEDADES DE SANDIA
(*Citrullus lanatus* L.) EN INVERNADERO BAJO NIVEL (WALIPINI),
DURANTE SU ETAPA VEGETATIVA EN LA COMUNIDAD
PALACIO REAL, CHIMBORAZO.

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORA: MARÍA BELÉN IZURIETA VALLEJUO

DIRECTOR: ING. MARCO ANIBAL VIVAR ARRIETA Msc

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, María Belén Izurieta Vallejo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, María Belén Izurieta Vallejo, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 17 de mayo de 2024



María Belén Izurieta Vallejo

0605354620

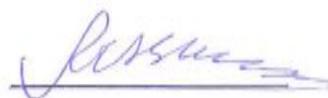
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE DOS VARIEDADES DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* L.) EN INVERNADERO BAJO NIVEL (WALIPINI), DURANTE SU ETAPA VEGETATIVA EN LA COMUNIDAD PALACIO REAL, CHIMBORAZO**, realizado por la señorita: **María Belén Izurieta Vallejo**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Rosa del Pilar Castro Gómez, Ph.D.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



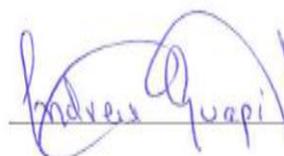
2024-05-17

Ing. Marco Aníbal Vivar Arrieta, Msc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-05-17

Ing. Andrea Patricia Guapi Auquilla, Msc.
ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-05-17

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico primeramente a Dios por ser mi guía durante este proyecto, por haberme otorgado a una familia incondicional que siempre me supieron apoyar en los momentos de dificultad donde sentía que ya no podía, pero con su fe y apoyo incondicional logre salir adelante, esta tesis va dedicada con todo el amor a mi familia y a todas las personas que forman parte de mi vida.

Belén

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por ser mi guía, mi fuerza en todo los escalones altos y bajos que se me presentaron en mi vida universitaria. A mis padres Alicia Vallejo, Abdón Izurieta y hermanos Jhony Izurieta, Abel Izurieta, Daysi Izurieta, Silvia Vallejo, Carlos Vallejo, primos y tíos por ese gran amor que siempre me han mostrado, por ser mi guía, ayudarme a mantener la fe en todo este proceso, por creer en mí y darme las fuerzas necesarias para poder seguir adelante para poder lograr este sueño. A mis abuelitos en especial a César Vallejo, mi querido abuelito quien siempre en este proceso me ayudo a mantener la fe, aunque no logro poderme culmina mi estudio universitario sé que desde el cielo me está dando fuerzas para poder seguir adelante y a mi abuelita Leonila Vallejo, aunque ella este enfermita en el fondo del corazón me da esa fuerza que necesito para poder cumplir esta meta tan anhelada. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, quien me dio la oportunidad y me ayudo en la formación durante mi vida estudiantil, a los docentes que nos formaron y brindaron sus conocimientos para poder realizar este trabajo. A la Fundación Maquita Calpi y la asociación Achik Ñan comunidad Palacio Real, por la confianza depositada en mi persona y su valiosa para la realización de este trabajo. A la Ing. Andrea Guapi, por su paciencia y constancia quien con su apoyo personal y profesional hizo que este trabajo fuera posible. Al Ing. Marco Vivar, quien con su apoyo ha permitido el progreso de esta investigación.

Belén

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivo general.....	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Hipótesis	3
1.4.1 Nula.....	3
1.4.2 Alternativa.....	3

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Aclimatación.....	4
2.2 Características de una adecuada adaptación	4
2.2.1 Porcentaje de emergencia	4
2.2.2 Desarrollo vegetativo	4
2.2.3 Supervivencia de las plantas	5

2.3	Invernadero bajo nivel Walipini	5
2.3.1	Características	5
2.3.2	Importancia.....	5
2.3.3	Factores para la construcción de un walipini.....	6
2.3.3.1	<i>Ubicación.....</i>	6
2.3.3.2	<i>Orientación del walipini.....</i>	6
2.3.3.3	<i>Excavación.....</i>	6
2.3.3.4	<i>Construcción de muros.....</i>	7
2.3.3.5	<i>Puertas, techos y ventanas.....</i>	7
2.3.4	Condiciones edafoclimáticas del invernadero	7
2.3.4.1	<i>Temperatura en invernaderos.....</i>	7
2.3.4.2	<i>Humedad relativa</i>	7
2.3.5	Ventaja y desventajas.....	8
2.3.5.1	<i>Ventajas</i>	8
2.3.5.2	<i>Desventajas.....</i>	8
2.4	Especie frutal.....	9
2.4.1	Cultivo de sandía	9
2.4.1.1	<i>Generalidades.....</i>	9
2.4.2	Clasificación taxonómica.....	9
2.4.3	Características botánicas del cultivo.....	10
2.4.3.1	<i>Raíz.....</i>	10
2.4.3.2	<i>Tallo.....</i>	10
2.4.3.3	<i>Hojas.....</i>	10
2.4.3.4	<i>Flores.....</i>	11
2.4.3.5	<i>Fruto</i>	11
2.4.4	Fenología del cultivo	11
2.4.4.1	<i>Fase vegetativa</i>	11
2.4.4.2	<i>Fase reproductiva.....</i>	11
2.4.4.3	<i>Fase de maduración</i>	12

2.4.5	Requerimientos edafoclimáticos.....	12
2.4.5.1	<i>Clima</i>	12
2.4.5.2	<i>Temperatura</i>	12
2.4.5.3	<i>Humedad relativa</i>	12
2.4.5.4	<i>Suelos.....</i>	12
2.4.6	Manejo del cultivo	13
2.4.6.1	<i>Preparación del suelo.....</i>	13
2.4.6.2	<i>Siembra.....</i>	13
2.4.6.3	<i>Acolchado</i>	13
2.4.6.4	<i>Poda.....</i>	13
2.4.6.5	<i>Fertilización.....</i>	13
2.4.6.6	<i>Control fitosanitario</i>	14
2.4.6.7	<i>Cosecha</i>	14
2.4.7	Requerimientos nutricionales	14
2.4.7.1	<i>Nitrógeno</i>	14
2.4.7.2	<i>Fósforo.....</i>	14
2.4.7.3	<i>Potasio</i>	15
2.4.7.4	<i>Otros nutrientes</i>	15
2.4.8	Plagas y enfermedades	15
2.4.8.1	<i>Plagas.....</i>	15
2.4.8.2	<i>Enfermedades</i>	16
2.5	Diseño experimental	17
2.5.1	Arreglo bifactorial	17

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	18
3.1	Caracterización del lugar.....	18
3.1.1	Localización.....	18

3.1.2	Ubicación geográfica	18
3.2	Descripción del enfoque	19
3.2.1	Alcance.....	19
3.2.2	Tipo de estudio	19
3.3	Materiales y equipos.....	20
3.3.1	Materiales de campo.....	20
3.3.2	Equipos de campo.....	20
3.3.3	Equipos de oficina.....	20
3.3.4	Insumos y material biológico	21
3.4	Metodología.....	21
3.4.1	Metodología para determinar el porcentaje de emergencia de sandía (<i>Citrullus lanatus</i> L).....	21
3.4.1.1	<i>Porcentaje de emergencia de la sandía (Citrullus lanatus L).</i>	21
3.4.1.2	<i>Porcentaje de supervivencia</i>	22
3.4.2	Metodología para evaluar el comportamiento vegetativo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i> L).....	22

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADO Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	23
4.1	Procesamiento y análisis de resultados	23
4.1.1	Porcentaje de emergencia	23
4.1.2	Porcentaje de supervivencia.	23
4.1.3	Altura de la planta (cm) a los 15 días	24
4.1.4	Altura de la planta (cm) a los 30 días	25
4.1.5	Altura de la planta (cm) a los 45 días	26
4.1.6	Altura de la planta (cm) a los 60 DDS	27
4.1.7	Número de hojas a los 15 DDS	29
4.1.8	Número de hojas a los 30 DDS	30
4.1.9	Número de hojas a los 45 DDS	31

4.1.10	Número de hojas a los 60 DDS.....	32
4.1.11	Diámetro del tallo (mm) a los 15 DDS	33
4.1.12	Diámetro del tallo (mm) a los 60 DDS	34
4.1.13	Número de ramas a los 45 DDS.....	36
4.1.14	Número de ramas a los 60 DDS.....	37
4.1.15	Número de flores.....	38
4.1.16	Temperatura ambiente °C	40
5.	COclusiones y recomendaciones	41
5.1	Conclusiones.....	41
5.2	Recomendaciones.....	41

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Principales plagas en el cultivo de sandía.....	15
Tabla 2-2:	principales enfermedades del cultivo de sandía.....	16
Tabla 4-1:	ANOVA del porcentaje de supervivencia.....	23
Tabla 4-2:	ANOVA de la altura (cm) de la planta a los 15 DDS.....	25
Tabla 4-3:	ANOVA de la altura de la planta (cm) a los 30 DDS.....	26
Tabla 4-4:	ANOVA de la altura (cm) de planta a los 45 DDS.....	27
Tabla 4-5:	Altura de la planta a los 60 DDS.....	28
Tabla 4-6:	ANOVA del número de hojas a los 15 DDS.....	29
Tabla 4-7:	ANOVA del número de hojas a los 30 DDS.....	30
Tabla 4-8:	ANOVA del número de hojas a los 45 DDS.....	31
Tabla 4-9:	ANOVA del número de hojas a los 60 DDS.....	32
Tabla 4-10:	ANOVA del diámetro de los tallos (mm) a los 15 DDS.....	34
Tabla 4-11:	ANOVA del diámetro de los tallos (mm) a los 60 DDS.....	35
Tabla 4-12:	ANOVA del número de ramas a los 45 DDS.....	36
Tabla 4-13:	ANOVA del número de ramas a los 60 DDS.....	37
Tabla 4-14:	ANOVA del número de flores.....	39
Tabla 4-15:	Registro de la temperatura en campo abierto y walipini °C.....	40

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3-1:	Mapa ubicación de invernadero Palacio Real	18
Ilustración 4-1:	Porcentaje de superveniencia	24
Ilustración 4-2:	Promedio de altura (cm) de las plantas a los 15 DDS.....	25
Ilustración 4-3:	Altura de planta (cm) a los 30 DDS, según el ambiente.	26
Ilustración 4-4:	Altura de planta (cm) a los 45 DDS, según el ambiente.	27
Ilustración 4-5:	Altura de planta (cm) a los 60 DDS, según el ambiente.	28
Ilustración 4-6:	Número promedio de hojas a los 15 DDS.....	30
Ilustración 4-7:	Número promedio de hojas a los 30 DDS según el ambiente.	31
Ilustración 4-8:	Número promedio de hojas a los 45 DDS según el ambiente.	32
Ilustración 4-9:	Número promedio de hojas a los 60 DDS.....	33
Ilustración 4-10:	Promedio del diámetro de los tallos a los 15 DDS.....	34
Ilustración 4-11:	Promedio del diámetro de los tallos a los 60 DDS.....	36
Ilustración 4-12:	Promedio del número de ramas a los 45 DDS.....	37
Ilustración 4-13:	Promedio del número de ramas a los 60 DDS.....	38
Ilustración 4-14:	Promedio del número de flores.	39

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** CONSTRUCCION DEL WALIPINI
- ANEXO B:** ELABORACIÓN DE CAMAS Y ABONAMIENTO
- ANEXO C:** SISTEMA DE GOTEO Y SIEMBRA
- ANEXO D:** EMERGENCIA
- ANEXO E:** PRIMERA TOMA DE DATOS DE LA GERMINACION DE LAS SANDIAS EN EL WILIPINI Y CAMPO ABIERTO
- ANEXO F:** APLICACIÓN DE ENRAIZAMIENTO PARA LAS SANDÍAS
- ANEXO G:** TOMA DE DATOS CADA 15 DIAS
- ANEXO H:** CONTROL DEL CRECIMIENTO Y NUTRIENTES PARA LAS PLANTAS Y TOMA DE DATOS
- ANEXO I:** TOMA DE DATOS Y CONTROL DE AGUA
- ANEXO J:** EMASCULACION DE LA FLOR MACHO Y HEMBRA DE LA SANDÍA
- ANEXO K:** ESTADO ACTUAL DEL CULTIVO DE SANDÍA
- ANEXO L:** ANALISIS DE SUELO

RESUMEN

El crecimiento demográfico en Ecuador y la creciente demanda de la fruta de sandía exigen la exploración de nuevas alternativas de producción, como el uso de invernaderos walipinis, así como el estudio de la aclimatación y comportamiento agronómico de esta especie frutal en dichos entornos, por tanto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar dos variedades de sandía (*Citrullus lanatus* L) en invernadero bajo nivel Walipini durante su etapa vegetativa en la comunidad Palacio Real. La metodología implementada consistió en un estudio tanto en campo abierto como en invernadero bajo nivel walipini con los siguientes indicadores: promedio de temperatura en grados centígrados de la superficie de suelo y ambiente, porcentaje de germinación, número de plantas sobrevivientes a los 60 días, altura de las plantas, número de hojas, número de ramificaciones y diámetro del tallo. Estos datos fueron tomados a los 15,30,45,60 días después del trasplante. El estudio se realizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo bifactorial con 3 repeticiones, en 2 ambientes (campo abierto y walipini) y dos variedades (Charleston Gray y Quetsaly). Mediante esta metodología se determinó que el mejor tratamiento fue la variedad Charleston Gray sembrada al interior del walipini, ya que presentó el mejor comportamiento agronómico como un mayor diámetro del tallo (0,9 mm), mayor número de flores (16,26 flores) y por último un mayor número de ramas secundarias (3,37). Por otro lado, se observó que el tratamiento menos favorable fue variedad Quetzali, que no se destacó en sus características fisiológicas en comparación con la variedad Charleston Gray. En ese contexto, se concluye que la variedad de sandía Charleston Gray es la indicada para cultivarse en invernadero bajo nivel walipini, como alternativa para suplir con la demanda nacional, debido a sus excelente comportamiento agronómico y aclimatación.

Palabras clave: <INVERNADERO-BAJO-NIVEL>, <SANDÍA >, <ETAPA-VEGETATIVA-SANDIA>, <TEMPERATURA-WALIPINI >, < VARIEDAD-CHARLESTON-GRAY>, < VARIEDAD-QUETZALI>.



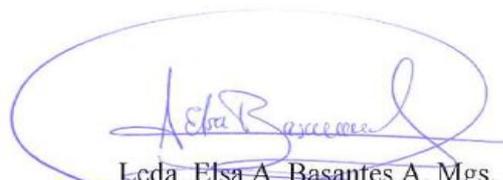
ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate two varieties of watermelon (*Citrullus lanatus L*) in greenhouses under Walipini level during their vegetative stage in the community of Palacio Real. The methodology implemented consisted on a study both in open field and in greenhouse under Walipini level with the following indicators: average temperature in degrees Celsius of the soil surface and environment, germination percentage, number of surviving plants at 60 days, plant height, number of leaves, number of branches and stem diameter. These data were taken at 15,30,45,60 days after transplanting. The study was carried out in a completely randomized block experimental design (CRAB) with a bifactorial arrangement with 3 replications, in 2 environments (open field and walipini) and two varieties (Charleston Gray and Quetsaly). Through this methodology it was determined that the best treatment was the Charleston Gray variety planted inside the walipini, since it presented the best agronomic performance as a greater diameter of the stem (0.9 mm), greater number of flowers (16.26 flowers) and finally a greater number of secondary branches (3.37). On the other hand, it was observed that the least favorable treatment was the Quetzali variety, which did not stand out in its physiological characteristics compared to the Charleston Gray variety. In this context, it is concluded that the watermelon variety Charleston Gray is the indicated variety to be cultivated in greenhouses under walipini level, as an alternative to supply the national demand, due to its excellent agronomic behavior and acclimatization.

Keywords: < LOW LEVEL GREENHOUSE>, <WATERFLOWER (*Citrullus lanatus L*)>, <WATERFLOWER VARIETY>, <WALIPINI>, <Charleston Gray variety>, <Quetzali variety >

0579-DBRA-UPT-2024

30-05-2024



Lcda. Elsa A. Basantes A. Mgs.
C.C: 0603594409

INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus*) ha desempeñado un papel fundamental en la agricultura y la nutrición humana a lo largo de la historia. Su cultivo y consumo han sido impulsados por su delicioso sabor, su contenido refrescante y sus beneficios para la salud. Sin embargo, a pesar de su importancia económica y cultural, el cultivo de sandía enfrenta una serie de desafíos, desde la presencia de plagas y enfermedades hasta la necesidad de optimizar las prácticas agronómicas para mejorar su rendimiento.

En la búsqueda constante de métodos innovadores y sostenibles para la producción agrícola, el cultivo de la sandía en estructuras como los walipinis ha ganado atención significativa. Los walipinis, invernaderos semisubterráneos de baja tecnología, ofrecen un entorno controlado que podría ser ventajoso para el cultivo de la sandía, un cultivo apreciado por su sabor refrescante y propiedades nutricionales.

Este estudio se adentra en la prometedora perspectiva del cultivo de sandía en walipinis, explorando los diversos aspectos que impactan tanto en el desarrollo de la planta como en la calidad de los frutos. Desde la adaptación del cultivo de sandía a las condiciones únicas de un Walipini hasta la optimización de los factores ambientales internos, este trabajo busca proporcionar una visión integral y práctica para aquellos interesados en aprovechar esta metodología de cultivo innovadora.

A lo largo de los capítulos siguientes, se examinará detalladamente la influencia de la temperatura, humedad y luminosidad dentro de los walipinis en el crecimiento y rendimiento de la sandía. Se abordarán también estrategias específicas de manejo y prácticas agronómicas que pueden maximizar la producción de sandía en este entorno particular.

Con el cultivo en walipinis presentando un potencial significativo para la producción de sandía de manera eficiente y sostenible, este estudio está vinculado con el proyecto “Generación e implementación de alternativas tecnológicas para los sistemas de producción de la agricultura familiar” el cual brinda apoyo a los productores que pertenece a la agricultura familiar y periurbana de la ciudad de Riobamba. Se busca ofrecer recomendaciones prácticas y aplicables, fomentando el desarrollo de sistemas agrícolas que no solo sean productivos, sino también respetuosos con el medio ambiente.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

El constante aumento demográfico en el Ecuador, demanda suplir las necesidades alimenticias, tal es el caso de frutas como: sandía, creando mayor presión sobre los agricultores y el profesional agrónomo. Esto ha conllevado a explorar alternativas nuevas de producción, por ejemplo, en invernaderos, Walipini y en ellos buscar la aclimatación de ciertas especies frutales. Razón por la cual surge la necesidad de evaluar el comportamiento de *Citrullus lanatus* (sandía), a nivel de Walipini, debido a que las especies en cuestión se adaptan en climas cálidos, gran apreciación comercial, también contribuirá a la generación de nuevos conocimientos útiles para el productor.

1.2 Objetivos

1.2.1 *Objetivo general*

Evaluar dos variedades de sandía (*citrullus lanatus* L.) en invernadero bajo nivel (Walipini), durante su etapa vegetativa en la comunidad Palacio Real.

1.2.2 *Objetivos específicos*

-Determinar el porcentaje de emergencia de Sandía (*Citrullus lanatus* L.)

-Evaluar el comportamiento vegetativo de Sandía (*Citrullus lanatus* L.)

1.3 Justificación

Una excelente investigación agronómica basada en nuevos métodos de producción y análisis de adaptación de variedades individuales de frutos a partir de los procesos de germinación, aclimatación, desarrollo de las plantas. Proporcionan conocimientos útiles a los agricultores que pueden producir no sólo una variedad de fruta en el Walipini sino también muchas variedades valiosas desde el punto de vista agrícola porque gracias a estas nuevas alternativas en la región de Sierra muchos agricultores se animarán a implementar estas estructuras después de demostrar funcionan, convirtiendo este tipo de invernadero en un apoyo financiero para los pequeños y

medianos productores de otras regiones. Alrededor de la provincia de Chimborazo el estudio actual fue diseñado para producir y observar el comportamiento de las plantas de sandía fuera de sus sitios adaptados.

La presente investigación busca determinar la funcionalidad de nuevos sistemas con ambiente controlado, como el invernadero bajo nivel denominado Walipini, podemos contribuir a la producción de cultivos que se puedan adaptar a diferentes localidades del país.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Nula

Existe diferencia en el comportamiento vegetativo de la sandía (*Citrullus lanatus* L, variedades Quetzali y Charleston Gray, cultivadas en invernadero bajo nivel (Walipini).

1.4.2 Alternativa

No existe diferencia en el comportamiento vegetativo de la sandía (*Citrullus lanatus* L, variedades Quetzali y Charleston Gray, cultivadas en invernadero bajo nivel (Walipini)

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Aclimatación

La aclimatación se refiere al proceso mediante el cual un organismo, como una planta o un ser humano, se adapta gradualmente a condiciones ambientales cambiantes para mejorar su supervivencia y funcionamiento. Este proceso implica ajustes fisiológicos, morfológicos y, en algunos casos, genéticos (Taíz, et al., 2010)

2.2 Características de una adecuada adaptación

Las cualidades de una adaptación exitosa en una planta son aquellas que posibilitan su supervivencia y desarrollo en su entorno. Estas cualidades pueden clasificarse en morfológicas, que están vinculadas a la forma y estructura de la planta; fisiológicas, relacionadas con los procesos internos de la planta; y conductuales, asociadas con el comportamiento de la planta (Taíz, et al., 2006).

2.2.1 *Porcentaje de emergencia*

La germinación de la semilla ocurre en un breve periodo, dependiendo la variedad, la temperatura, la humedad y otros factores, este tiempo comprende entre siete y diez días desde la siembra. Inicialmente, los dos cotiledones son los primeros elementos visibles, proporcionando nutrición a la plántula por algunos días. Luego, surgen un par de hojas verdaderas, momento en el cual se puede comenzar a administrar solución nutritiva a las plántulas. Se sugiere iniciar con un tercio de la dosis recomendada y aumentar gradualmente la cantidad con el tiempo (Cherlinka, 2023).

2.2.2 *Desarrollo vegetativo*

El desarrollo vegetal es un proceso fundamental para la vida de las plantas. El crecimiento y la diferenciación de las células vegetales permiten a las plantas alcanzar su tamaño y forma. Las estructuras vegetales permiten a las plantas realizar sus funciones vitales, como la fotosíntesis, la respiración y la reproducción, es el conjunto de cambios que experimenta una planta desde su germinación hasta su muerte (Taíz, et al., 2006).

2.2.3 Supervivencia de las plantas

Las plantas muestran respuestas a varios estímulos vinculados a modificaciones en factores cruciales para su supervivencia. Un impacto significativo del cambio climático es el incremento de la temperatura en diversas regiones del mundo. Estas alteraciones afectan considerablemente a las plantas, ya que el calor incide en su proceso de crecimiento y reproducción. (StudySmarter , 2023).

2.3 Invernadero bajo nivel Walipini

Es un tipo de construcción parcialmente enterrada empleada en regiones de clima frío con el propósito de cultivar plantas. Su diseño está orientado a utilizar la energía térmica proveniente del sol y del suelo para mantener una temperatura óptima que favorezca el crecimiento de las plantas. Esta estructura permite aprovechar el calor constante proveniente del subsuelo, en comparación con la variabilidad del aire, con el fin de resguardar los cultivos de las heladas y las temperaturas bajas (Iturry, 2002).

2.3.1 Características

Los walipinis sean eficientes para proteger los cultivos contra las heladas y las bajas temperaturas, proporcionando un entorno propicio para el desarrollo saludable de las plantas.

2.3.2 Importancia

Los walipinis son estructuras de gran importancia en la agricultura, especialmente en regiones de clima frío (Martinez, 2016). A continuación, se menciona algunos puntos importantes:

- Las condiciones propias de un invernadero subterráneo ofrecen la posibilidad de extender la temporada de cultivo de manera significativa, permitiendo incluso la opción de cultivar de manera continua.
- Es especialmente beneficioso en áreas con climas desfavorables, como los secos, ya que puede mantener la humedad en la tierra y proporcionar un ambiente cálido a las plantas, contrarrestando la escasez de humedad.
- Proporciona una protección efectiva a los cultivos contra condiciones climáticas adversas, como heladas, vientos fuertes y granizo.

- Contribuye al aumento de la producción agrícola al posibilitar el cultivo durante todo el año, inclusive en zonas con climas extremos.
- Permite la reducción de los costos de producción al ahorrar recursos como agua, fertilizantes y otros insumos agrícolas.
- Mejora la calidad de los alimentos producidos, ya que los cultivos suelen exhibir una mayor calidad en comparación con los cultivados al aire libre.
- La construcción de un invernadero walipini resulta económica, y los costos pueden disminuir aún más si se utilizan materiales disponibles en el hogar.

2.3.3 Factores para la construcción de un walipini

Según el autor Iturry en el año 2002, indica algunos que factores se deben considerar para la construcción de walipinis:

2.3.3.1 Ubicación

La elección del área para la construcción del invernadero bajo tierra es muy crucial importante porque se debe considerar el tipo de suelo con el fin de prevenir posibles deslizamientos de las paredes, también es fundamental evaluar la temperatura y verificar la disponibilidad de recursos hídricos en la zona.

2.3.3.2 Orientación del walipini

Para el hemisferio sur se recomienda orientar la inclinación del techo hacia el norte al diseñar un walipini. Esta alineación permite que el techo coincida con el eje este-oeste, maximizando así la exposición a los rayos solares a lo largo del día. El objetivo principal es optimizar la captación de radiación solar para facilitar el crecimiento de las plantas.

2.3.3.3 Excavación

La excavación puede llevarse a cabo de manera manual o utilizando maquinaria. Se sugiere separar el horizonte arable de la capa superficial del suelo durante este proceso, con el fin de aprovecharlo posteriormente al preparar las camas.

2.3.3.4 Construcción de muros

Los materiales empleados en la construcción de los muros del walipini pueden variar, este puede ser de adobe o cualquier material que tenga disponible el agricultor. Es crucial prestar especial atención a la resistencia de estos, ya que deben ser capaces de soportar tanto el peso del techo como el de la berma de tierra que reposa sobre ellos.

2.3.3.5 Puertas, techos y ventanas

El techo debe ser fabricado con plástico de tono amarillento, ya que este tipo de material ofrece una mayor durabilidad y contribuye a retener la radiación solar dentro del Walipini. La puerta puede tener una altura de 1.90 metros, sirviendo como medio de ventilación. En ciertos casos, estos invernaderos también incorporan ventanas situadas en la parte superior de los muros, desempeñando también una función ventiladora.

2.3.4 Condiciones edafoclimáticas del invernadero

Un walipini crea condiciones edafoclimáticas propicias para el cultivo al proporcionar estabilidad térmica, protección contra las condiciones climáticas adversas y retención de humedad en el suelo. A continuación, el siguiente autor (Martinez, 2016, pp. 5-6), menciona algunos factores importantes:

2.3.4.1 Temperatura en invernaderos

La temperatura idónea en invernadero varía en función del cultivo y sus estadios, o etapas de desarrollo en las que se encuentre. Generalmente, la temperatura mínima requerida para las plantas de invernadero es de 10-15°C, mientras que 30°C podría ser la temperatura máxima

2.3.4.2 Humedad relativa

La consideración de la humedad relativa es esencial en un walipini para el cultivo de plantas, ya que los niveles ideales para la mayoría oscilan entre el 45% y el 60%. No obstante, la humedad relativa dentro del walipini puede fluctuar considerablemente según las condiciones climáticas externas.

2.3.5 *Ventaja y desventajas*

2.3.5.1 *Ventajas*

Un walipini, como invernadero subterráneo, ofrece ventajas destacadas para el cultivo. El siguiente autor (Castro, 2020, p. 1), menciona algunos aspectos claves sobre las ventajas que ofrece un walipini:

.

- Son eficientes en el uso de energía al aprovechar la temperatura constante del suelo (aproximadamente 16°C), generando un microclima interno más estable que las condiciones externas.
- Permiten el cultivo durante todo el año, sin depender de las condiciones climáticas.
- Ofrecen protección contra factores climáticos como la escasez de agua y las heladas imprevistas. Logran calentarse y enfriarse de manera natural, sin necesidad de energía adicional, utilizando únicamente la energía geotérmica del subsuelo.
- Reducen el consumo de agua gracias a las paredes subterráneas que retienen la humedad.
- Generan un impacto ambiental mínimo.
- Exhiben una capacidad de producción excepcional.
- Tienen un bajo costo de construcción y una alta productividad, siendo más económicos y eficientes que los invernaderos convencionales, con una estructura simple.
- Son asequibles para cualquier productor.
- Además, garantizan que los cultivos estén libres de la contaminación ambiental, asegurando la salud de los consumidores

2.3.5.2 *Desventajas*

Aunque los walipinis ofrecen numerosas ventajas, es importante considerar algunas desventajas. El autor (Berger, 2023, p.8-9), habla algunos aspectos para tener una comprensión más completa de sus limitaciones:

- **Elevada inversión inicial:** la construcción de invernaderos implica costos considerables, lo que resulta en una inversión inicial elevada. Por lo tanto, el productor se enfrenta al desafío de recuperar estos gastos.
- **Falta de conocimiento sobre las estructuras:** el diseño y la construcción de un invernadero requieren consideraciones específicas, como las condiciones ambientales de la zona y los

requisitos climáticos de los cultivos. Esto destaca la importancia del conocimiento detallado al respecto.

- **Costos de producción altos:** los invernaderos conllevan gastos operativos superiores a los del campo abierto, ya que proporcionar condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo implica mayores costos.
- **Necesidad de alto nivel de capacitación:** en los invernaderos, los trabajadores asumen una responsabilidad completa sobre las plantas debido al control exhaustivo de las variables ambientales. Cualquier problema requiere una respuesta inmediata por parte del personal capacitado.
- **Dependencia del mercado:** la comercialización de los cultivos obtenidos en invernaderos demanda la existencia de un mercado seguro con canales de comercialización previamente verificados. Obtener rendimientos elevados carece de utilidad si los productos se venden a precios bajos o al mismo costo que los productos de campo abierto.

2.4 Especie frutal

Una especie frutal comprende a todas las plantas con flores que generan frutas destinadas al consumo humano estas se manejan en relación con la Fruticultura. Esta disciplina examina el comportamiento, la morfología de los árboles frutales y su crecimiento desde el inicio hasta su fase adulta (Urbina, 2010, p. 1).

2.4.1 Cultivo de sandía

2.4.1.1 Generalidades

La sandía (*Citrullus lanatus*), perteneciente a la familia cucurbitácea, tiene su origen en África tropical y Oriente Medio. Este fruto ha ganado popularidad en varios países del mundo. Es una planta anual rastrera que carece de tronco, con un ciclo que varía de 60 a 120 días según la variedad. Se distingue por sus zarcillos, lo que le permite también actuar como una planta trepadora. Sus frutos exhiben diversas formas, y la pulpa puede tener tonalidades blancas, rosa o amarilla, destacando por su sabor dulce (INIA, 2017).

2.4.2 Clasificación taxonómica

Según el autor (Muñoz, 2012 pág. 1), la sandía se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino: Plantae

Clase: Dicotiledóneas

Familia: Cucurbitácea

Género: Citrillus

Especie: Lanatus

Nombre científico: *Citrillus lanatus*

2.4.3 Características botánicas del cultivo

Antes de detallar sus características botánicas, es fundamental comprender la estructura y propiedades fundamentales de la sandía. El autor (Navarro, 2021 pág. 3), habla sobre las principales características del cultivo de sandía. A continuación, se enumerarán las características botánicas clave de este fruto:

2.4.3.1 Raíz

La estructura de la raíz de la sandía es ramificada, donde la raíz principal se divide en raíces primarias que, a su vez, se subdividen. La raíz principal experimenta un significativo desarrollo en comparación con las secundarias y puede extenderse en el suelo hasta una profundidad de 1.20 metros.

2.4.3.2 Tallo

El tallo se extiende horizontalmente durante su crecimiento. Después de que el tallo principal ha desarrollado entre 5 y 8 hojas, comienza a producir brotes de segundo orden desde las axilas de estas hojas. A partir de estos brotes secundarios, surgen brotes terciarios y así sucesivamente. Esta secuencia de crecimiento permite que la planta abarque una superficie de 4 a 5 metros cuadrados.

2.4.3.3 Hojas

Las hojas cuentan con pecíolos y tienen una estructura pinnada-partida, dividida en 3 a 5 lóbulos que, a su vez, se subdividen en segmentos redondeados. La parte superior de la hoja es suave al tacto, mientras que la inferior es áspera y presenta nerviaciones muy marcadas. El nervio principal se ramifica en nervios secundarios, los cuales se dividen para dirigirse hacia los segmentos finales de la hoja, semejando la disposición de la palma de la mano.

2.4.3.4 Flores

Las flores, solitarias y con pedúnculo, exhiben tonalidades amarillas y se sitúan en las axilas de las hojas. Su color, aroma y néctar las hacen atractivas para los insectos, convirtiéndolas en flores entomógamas y, por ende, la polinización es entomófila. Las flores masculinas, por su parte, constan de 8 estambres que se agrupan en 4 conjuntos unidos por sus filamentos.

2.4.3.5 Fruto

El fruto es una baya que adopta una forma globosa u oblonga, la corteza exhibe diversidad de colores, ya sea uniforme (verde oscuro, verde claro o amarillo) o con franjas que van desde tonalidades amarillentas hasta grises o verdes claros sobre fondos de distintos verdes. La pulpa presenta una gama de colores, como rojo, rosado o amarillo, mientras que las semillas pueden estar ausentes (en frutos triploides) o presentar tamaños y colores variables, como negro, marrón o blanco, según la variedad cultivada.

2.4.4 Fenología del cultivo

En términos de la fenología del cultivo de sandía, se destaca que el desarrollo de la planta experimenta cambios constantes dependiendo del tipo de cultivar, ya sea diploide o triploide. Por ende, para gestionar de manera integral el cultivo, es esencial presentar los distintos períodos de desarrollo y su duración (Morona, 2020 pág. 1). A continuación, se mencionan las fases fenológicas del cultivo de sandía:

2.4.4.1 Fase vegetativa

Dividimos esta etapa en germinación, plántula y elongación de hojas y tallo. Durante este periodo, se desarrolla el sistema de hojas, yemas y otros órganos vegetativos, los cuales dan origen a las partes destinadas al consumo.

2.4.4.2 Fase reproductiva

Después de que se produzca la elongación del tallo, las yemas vegetativas y las hojas, surgen las yemas florales masculinas, seguidas por la aparición de las flores femeninas.

2.4.4.3 Fase de maduración

Tras la fertilización de la flor femenina, se inicia la fase de fructificación o cuajado, que comprende el desarrollo y la maduración fisiológica del fruto.

2.4.5 Requerimientos edafoclimáticos

2.4.5.1 Clima

Las condiciones ideales para el desarrollo de la sandía son un clima cálido y seco, con temperaturas medias oscilando entre 25 y 30 grados Celsius. Dado que la planta es susceptible a las heladas, es crucial evitar que las temperaturas mínimas desciendan por debajo de los 10 grados Celsius. Además, la sandía necesita una generosa exposición a la luz solar, por lo que se recomienda llevar a cabo el cultivo en una ubicación soleada (Casaca, 2005 pág. 6).

2.4.5.2 Temperatura

El crecimiento ideal se logra en condiciones de alta temperatura, con un promedio superior a 21°C, siendo óptimo entre 35°C y con un máximo de 40.6°C. Si las variaciones térmicas entre el día y la noche alcanzan los 20-30°C, se pueden provocar desajustes en las plantas, como la apertura del cuello y los tallos, y la inviabilidad del polen generado en algunos casos (Casaca, 2005 pág. 6).

2.4.5.3 Humedad relativa

Las condiciones ideales para el cultivo de sandías incluyen una humedad relativa que oscile entre el 60 % y el 80 %, lo cual es crucial especialmente durante la fase de floración. Además, se necesita un suministro de aproximadamente 10 horas diarias de luz para un desarrollo óptimo (Casaca, 2005 pág. 6).

2.4.5.4 Suelos

La sandía prospera mejor en un rango de pH que va desde 5.0 a 6.8, lo que significa que puede tolerar tanto suelos ácidos como aquellos ligeramente alcalinos. Sin embargo, los suelos ideales para su desarrollo son aquellos de textura franca que poseen un elevado contenido de materia orgánica (Casaca, 2005 pág. 6).

2.4.6 Manejo del cultivo

2.4.6.1 Preparación del suelo

Mejorar la calidad del suelo mediante la incorporación de materia orgánica antes de la siembra directa o el trasplante es un proceso que implica el uso de arado y rastra para labrar el terreno. Además, se realiza el surcado, que puede abarcar distancias que oscilan entre 2 y 7 metros (Panta, 2015).

2.4.6.2 Siembra

La siembra puede llevarse a cabo de manera directa o indirecta. En el método de siembra directa, se emplean semillas que se introducen en surcos, generalmente de dos a tres semillas por surco. Cabe destacar que es posible realizar el riego antes de la siembra, y la distancia entre las plantas puede variar entre 1 y 2 metros. Por otro lado, la siembra indirecta se efectúa en bandejas o semilleros, donde se introduce una semilla en cada alveolo. Aproximadamente diez días después de la siembra, se lleva a cabo el raleo de las plantas, conservando aquellas que presentan características deseables (Infoagro, 2020).

2.4.6.3 Acolchado

Esta tarea consiste en cubrir la cama con material plástico con el propósito de reducir la evaporación, conservar la temperatura y, al mismo tiempo, mejorar la productividad de la fruta. Dado que la sandía suele prosperar en temperaturas elevadas, esta práctica se realiza comúnmente antes del trasplante para prevenir posibles quemaduras (Infoagro, 2020).

2.4.6.4 Poda

Al llevar a cabo esta práctica, es posible monitorear el desarrollo de la planta, y no se observan cambios notables entre las plantas podadas y las no podadas, ya que ambos casos muestran resultados favorables. Sin embargo, mediante esta operación, se busca eliminar el exceso de hojas. La eliminación del brote principal se realiza cuando la planta alcanza las 6 hojas (Chumo, 2017, p 35.).

2.4.6.5 Fertilización

Antes de proporcionar nutrientes al cultivo, es crucial llevar a cabo un análisis del suelo para entender su composición y determinar los micro o macronutrientes que necesita. Se recomienda aplicar nitrógeno en cantidades moderadas durante cada fase fenológica, mientras que la aplicación de potasio y fósforo se realiza especialmente durante la floración y la siembra (INIA, 2017).

2.4.6.6 Control fitosanitario

La sandía puede verse afectada por plagas y enfermedades que pueden causar daños en frutos, hojas, raíces y tallos, lo que repercute negativamente en el crecimiento saludable del cultivo si no se implementa un manejo fitosanitario adecuado (SAKATA, 2020).

2.4.6.7 Cosecha

Los frutos maduros pueden ser recolectados manualmente para evitar cualquier daño que pueda resultar en la pudrición y pérdida de la fruta. Se estima que cada planta puede producir hasta tres frutos (INIA, 2017).

2.4.7 Requerimientos nutricionales

La sandía es una planta que demanda una adecuada provisión de nutrientes para su crecimiento y desarrollo, siendo esenciales los elementos clave de nitrógeno, fósforo y potasio. El autor (Casaca, 2005 pág. 6), indica la importancia de los siguientes elementos:

2.4.7.1 Nitrógeno

El nitrógeno desempeña un papel esencial en el desarrollo de las plantas, ya que es vital para la síntesis de clorofila, la sustancia responsable del color verde en las plantas. Además, el nitrógeno es un componente necesario para la formación de proteínas, que constituyen los elementos fundamentales de la estructura de las plantas.

2.4.7.2 Fósforo

El fósforo es un elemento nutricional imprescindible para la división celular y el desarrollo de las raíces. Además, desempeña un papel esencial en la generación de energía dentro de la planta.

2.4.7.3 Potasio

El potasio es un componente nutricional fundamental para el control hídrico en la planta. Asimismo, juega un papel esencial en la síntesis de azúcares y en el transporte de nutrientes.

2.4.7.4 Otros nutrientes

La sandía también requiere de otros nutrientes en proporciones más reducidas, como calcio, magnesio y hierro.

2.4.8 Plagas y enfermedades

La sandía es propensa a diversas plagas que pueden perjudicar su rendimiento. Por ello, es crucial abordarlas de manera oportuna para prevenir posibles pérdidas en la producción de las plantas.

2.4.8.1 Plagas

Según (Infoagro, 2019 pág. 5), menciona que las principales plagas que afectan al cultivo de sandía son:

Tabla 2-1: Principales plagas en el cultivo de sandía

Nombre	Síntomas y daños	Método de control	Referencia
Minador de la hoja (<i>Liriomyza trifolii</i>)	Aparición de motas en las hojas, áreas de color amarillo en la planta, disminución de la vitalidad, y la presencia de quemaduras en los frutos.	Control cultural: uso de trampas Control químico: uso de Ciromacyna y Abamectina. Control biológico: uso de parasitoides	
Perforadores del fruto (<i>Diaphania nitidalis</i>)	Lesiones en las hojas, flores y tallos provocadas por la presencia de larvas, lo que resulta en la tendencia de los frutos a experimentar procesos de descomposición.	Control químico: Dependiendo de la intensidad de la infestación, se opta por la aplicación de insecticidas.	(INIA, 2017, pp. 74-84).

			Control biológico: uso de parasitoides <i>Bacillus thuringiensis</i>
Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	blanca	Debilitamiento de las plantas, presencia de manchas amarillas y deformación en las hojas, llegando incluso a la muerte de las plantas.	Control cultural: uso de trampas cromáticas amarillas y deshierbe. Control químico: uso de insecticidas.
Pulgones (<i>Aphis gossypii</i>)	(<i>Aphis</i>)	Lesiones en las hojas y los tallos, así como la pérdida de color y el amarilleo de las hojas.	Control químico: uso de insecticidas Control biológico: uso de depredadores como <i>Adalia bipunctata</i>

Realizado por: Izurieta,2023.

2.4.8.2 Enfermedades

Según (Infoagro, 2020), indica que las enfermedades predominantes que impactan a la sandía son: Mildiu vellosa (*Pseudoperonospora cubensis*), Fusarium (*Fusarium oxysporum*), Oidium (*Oidiumsp*) y Virus de Mosaico de la Sandía (*Watermelon Mosaic Virus-2*).

Tabla 2-2:principales enfermedades del cultivo de sandía

Nombre	Síntomas y daño	Método de control	Referencia
Mildiu vellosa (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>)	Marcas amarillas y marrones presentes en las hojas. En casos de mayor gravedad, se observa la formación de mohos de tonalidades gris o blanco en el envés de la hoja.	Control cultural: uso de semillas tolerantes a esta enfermedad. Control químico: uso de funguicidas sistémicos.	(Infoagro, 2020)
Fusarium (<i>Fusarium oxysporum</i>)	Presenta un deterioro en los tejidos y las hojas, con cambio de color a tonalidades amarillas o marrones en los tallos.	Control cultural: usar semillas de excelente calidad. Control químico: uso de funguicidas sistémicos	(Sakata, 2020).

	La planta experimenta un estado de marchitez.	cuando la enfermedad sea severa.	
<i>Oidium (Oidiumsp)</i>	Existencia de manchas con polvo blanquecino en ambos lados de la hoja. Las hojas y los tallos presentan síntomas de marchitamiento.	Control cultural: eliminación de malezas. Control químico: uso de funguicidas.	(Agripac, 2008).
Virus de Mosaico de la Sandía (<i>Watermelon Mosaic Virus-2</i>)	Las hojas muestran patrones de mosaico y distorsiones.	Control cultural: eliminar plantas enfermas y melazas, así como evitar suelos con baja ventilación y alta humedad.	(SAKATA, 2020).

Realizado por: Izurieta, 2023.

2.5 Diseño experimental

El Bloque Completo al Azar (DBCA) es un tipo de diseño experimental ampliamente utilizado en la investigación agronómica, destacándose por su aplicabilidad en experimentos de campo donde el número de tratamientos es moderado y la productividad del área experimental sigue un patrón predecible (Matinez , 2020 pág. 3).

2.5.1 Arreglo bifactorial

Hace referencia a la configuración de los tratamientos que se pretenden contrastar. Se investigan al mismo tiempo dos o más factores para analizar tanto el efecto de su interacción como la acción independiente de cada uno de ellos (Hernández et al., 2007).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Caracterización del lugar

3.1.1 Localización

La presente investigación se llevará a cabo con el apoyo de la Fundación MAQUITA, en la Comunidad Palacio Real, Parroquia Calpi, Cantón Riobamba perteneciente a la Provincia de Chimborazo

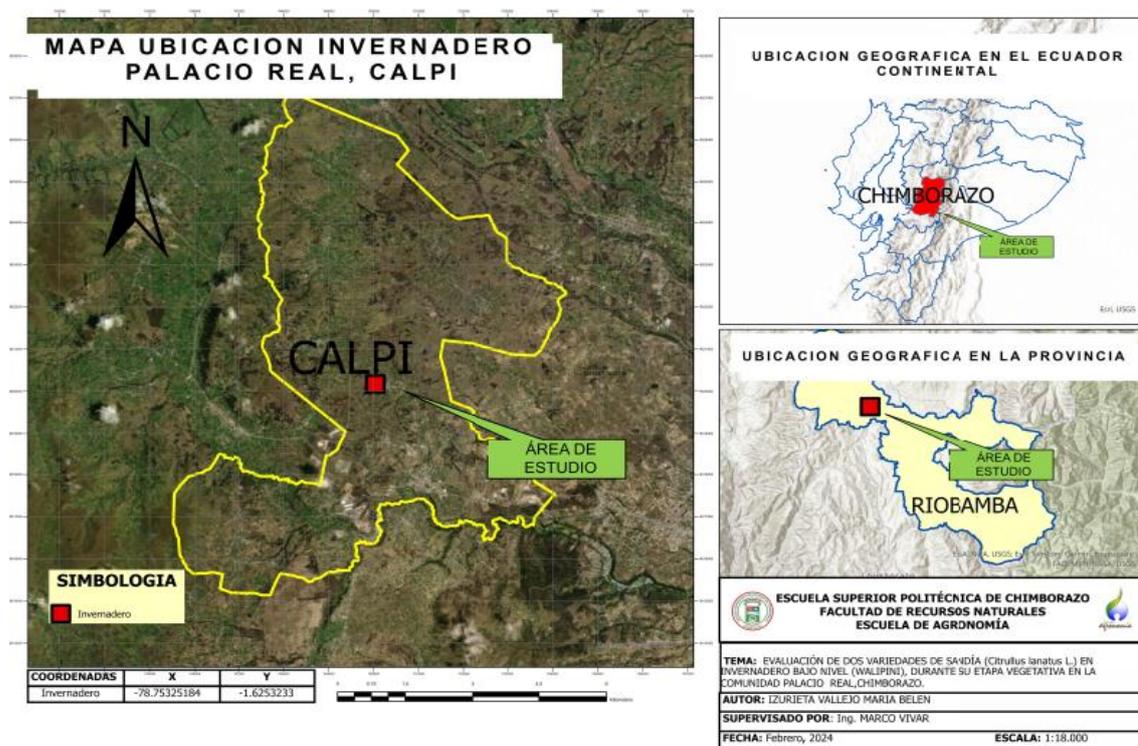


Ilustración 3-1: Mapa ubicación de invernadero Palacio Real

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

3.1.2 Ubicación geográfica

Latitud: 9820642 (UTM)

Longitud: 0751140 (UTM)

Altitud: 3.209 msnm

3.2 Descripción del enfoque

La elaboración de este trabajo de integración curricular será llevada a cabo siguiendo el enfoque cuantitativo, ya que este se ajusta de manera óptima a las particularidades y requisitos de la investigación.

El enfoque cuantitativo emplea la recopilación de datos para validar suposiciones mediante la medición numérica y el análisis estadístico, con el objetivo de identificar tendencias de comportamiento.

En esta investigación se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo bifactorial con tres repeticiones para determinar el porcentaje de emergencia y evaluar el comportamiento vegetativo del cultivo de sandía.

3.2.1 Alcance

El cultivo en un Walipini es fundamental para la agricultura, ya que proporciona un entorno controlado que protege las plantas de condiciones climáticas extremas. El cultivo de sandía ocupa un papel fundamental en la agricultura y la nutrición humana a lo largo de la historia.

La finalidad de esta investigación es evaluar el comportamiento del cultivo de sandía a nivel de walipini para de esta manera suplir las necesidades alimenticias de los habitantes de la comunidad Palacio Real.

3.2.2 Tipo de estudio

El presente trabajo de integración curricular se efectuará en la comunidad Palacio, parroquia Calpi, cantón Riobamba.

Este trabajo se considera, cuantitativo, investigativo, con diseño experimental. Para ello se tomó los respectivos datos numéricos del cultivo de sandía para evaluar los parámetros mencionados de los objetivos de esta investigación.

3.3 Materiales y equipos

3.3.1 *Materiales de campo*

Los materiales utilizados en esta investigación fueron los siguientes:

- Piola
- Azadón
- Palas
- Estacas
- Sacos
- Carretillas
- Abonos orgánicos procedentes de animales pecuarios
- Semilla de sandía certificadas

3.3.2 *Equipos de campo*

- Cámara fotográfica
- Teléfono
- Alfajías para sujeción de plástico.
- Alambre galvanizado.
- Balde.
- Carretilla.
- Cinta métrica o regla y calibrador.
- Clavos.
- Pernos.
- Plásticos.
- Postes
- Letreros.
- Regaderas

3.3.3 *Equipos de oficina*

- Computador
- Hojas de impresión

- Impresora
- Lápiz y borrador
- Libreta de apuntes
- Borrador
- Cámara
- Computadora
- Esfero
- Hoja de Excel para datos.

3.3.4 *Insumos y material biológico*

- Agua
- Suelo del sitio
- Semillas de Sandía (*Citrullus lanatus* L)

3.4 Metodología

Para la metodología de este presente estudio se utilizó un estudio de campo mediante la recolección de información de los dos tratamientos

3.4.1 *Metodología para determinar el porcentaje de emergencia de sandia (Citrullus lanatus L).*

3.4.1.1 *Porcentaje de emergencia de la sandía (Citrullus lanatus L).*

En este parámetro se realizó la evaluación del porcentaje de germinación de las semillas de sandia mediante el conteo de las mismas, para ello, se tomó los datos a partir de los 5 días después de la aparición primeras plántulas emergidas. Los datos obtenidos durante esta actividad se utilizará la siguiente ecuación:

$$\%E = \frac{N^{\circ} \text{ de plantas emergidas al último días de conteo}}{N^{\circ} \text{ de semillas utilizadas o sembradas}} \times 100$$

Ecuación 1

3.4.1.2 Porcentaje de supervivencia

Para la obtención del porcentaje de supervivencia de las plántulas de sandía emergidas se aplicó la siguiente ecuación:

$$\%SV = \frac{N^{\circ} \text{ de plantas vivas}}{N^{\circ} \text{ de plantas vivas} + N^{\circ} \text{ de plantas muertas}} \times 100$$

3.4.2 Metodología para evaluar el comportamiento vegetativo de sandía (*Citrullus lanatus* L).

Para evaluar el comportamiento vegetativo de la sandía, se procedió a medir las siguientes variables:

- **Altura de la planta:** esta variable se midió en centímetros, con ayuda de un metro a partir de los 15, 30, 45 y 60 días.
- **Diámetro del tallo:** esta variable se midió en milímetros, en la base del cuello del tallo con ayuda de un calibrador a partir de los 15, 30, 45 y 60 días.
- **Número de ramificaciones:** El conteo se realizó a partir de las primeras ramificaciones. Para lo cual se considerarán 4 periodos de evaluación; 15, 30, 45 y 60 días.
- **Número de hoja:** El conteo de las hojas o folíolos se los realizó una vez apareció las hojas verdaderas. El periodo de evaluación se realizó a los 15, 30, 45 y 60 días.
- **Temperatura del ambiente:** Se registro la temperatura diaria, para visualizar y determinar la diferencia entre la temperatura a campo abierto y en el Walipini, además de conocer su influencia en el desarrollo vegetativo de *Citrullus lanatus* L.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADO Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Procesamiento y análisis de resultados

4.1.1 Porcentaje de emergencia

El porcentaje de emergencia de las plantas se determinó a los 15 días después de la siembra (DDS). El análisis ANOVA indicó que no hay diferencias significativas entre los tratamientos. En consecuencia, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. Esto significa que los tratamientos no tuvieron un efecto diferente sobre la germinación, la cual fue del 100% en todos los casos. (VER ANEXO E)

Según el INIA, (2017, p. 12) la temperatura mínima para la emergencia de la sandía es de 12 a 16°C, y en nuestro estudio se registró temperaturas promedio de 19,3° C y 12,3 °C en walipini y a campo abierto, respectivamente, por consiguiente, se puede mencionar que la germinación de la sandía puede acontecer tanto a campo abierto o bajo las condiciones del walipini.

4.1.2 Porcentaje de supervivencia.

En la Tabla 4-1: ANOVA del porcentaje de supervivencia se obtuvo diferencias estadísticas para el factor ambiente, la variedad y la interacción, esto indica que el factor ambiente tiene un impacto significativo en la supervivencia de las plantas.

Tabla 4-1: ANOVA del porcentaje de supervivencia

F.V.	gl	p-valor
Total	11	
Ambiente	1	<0,0001 **
Variedad	1	0,0369 *
Ambiente * Variedad	1	0,0369 *
Error	8	
CV	8,25	
Promedio %	69,16	

* “Significativo” ** “Altamente significativo” ns “no significativo”

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

Según la Ilustración 4-1, basada en la prueba de separación de medias de Tukey al 5%, los tratamientos A2B2 y A2B1, presentaron el 100% de plantas vivas hasta los 60 DDS ubicándose

en el grupo A. Por el contrario, el tratamiento A1B1 se situó en el grupo C, con un 30% de plantas vivas.

Según Nwani (2020, p. 15), menciona que la temperatura promedio para que se desarrolle el cultivo de sandía debe oscilar entre 18-30 °C, por lo cual se analizó que el walipini proporcionó una óptima temperatura supervivencia de 19.3°C; por lo tanto, podemos señalar que el uso de los walipini sirvió para mantener un nivel de temperatura de acuerdo con la demanda, indicando que esta tecnología permite que las plantas tengan alto nivel de supervivencia

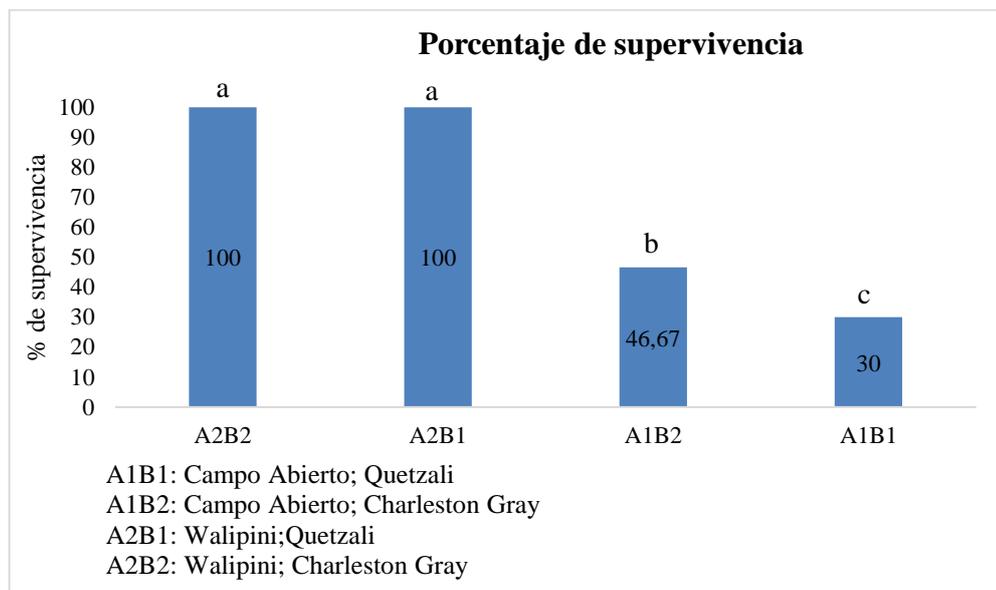


Ilustración 4-1. Porcentaje de supervivencia

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

4.1.3 *Altura de la planta (cm) a los 15 días*

En la tabla 4-2, según el ANOVA, el factor ambiente y variedad fueron altamente significativos, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, se puede deducir que el factor ambiente como el factor variedad influenciaron de manera significativa en la altura de las plantas.

En la interacción, se obtuvo alta significancia, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, indicando que la combinación de estos factores también tiene un impacto significativo en la altura de la planta a los 15DDS.

Tabla 4-2: ANOVA de la altura (cm) de la planta a los 15 DDS.

F.V.	gl	p-valor
Ambiente	1	<0,0001 **
Variedad	1	0,0001 **
Ambiente*variedad	1	0,0053 **
Error	8	
Total	11	
CV	21,85	
Promedio cm	1,65	

* “Significativo” ** “Altamente significativo” ns “no significativo”

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

En la ilustración 4-2, según la prueba de separación de medias de Tukey al 5%, se determinó que el tratamiento A2B2 exhibió la altura promedio más elevada, ubicándose en rango a, con una media de 2,23 cm. Por otro lado, el tratamiento A1B2 demostró la altura promedio más baja, con una media de 1,28 cm.

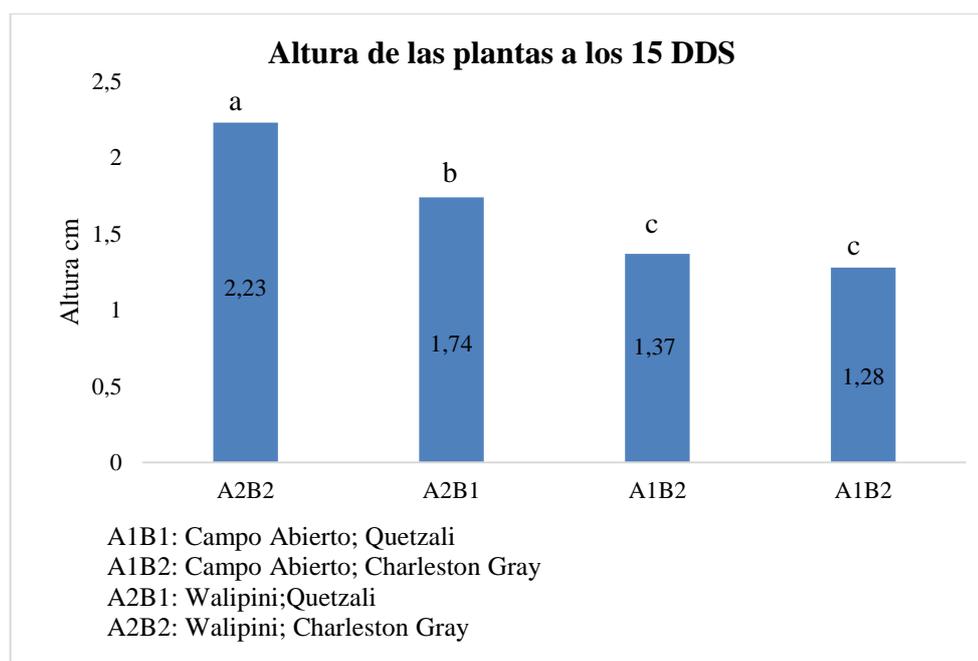


Ilustración 4-2. Promedio de altura (cm) de las plantas a los 15 DDS.

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

4.1.4 *Altura de la planta (cm) a los 30 días*

La Tabla 4-3, ANOVA el factor ambiente (p-valor=<0,0001) tuvo alta significancia, por ello se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, ejerciendo el ambiente una influencia

significativa en la altura de las plantas a los 30 DDS. Por otro lado, no se observó significancia en el factor variedad y en la interacción.

Tabla 4-3: ANOVA de la altura de la planta (cm) a los 30 DDS.

F.V.	gl	p-valor
Ambiente	1	<0,0001 **
Variedad	1	0,65 ns
Ambiente*variedad	1	0,7128 ns
Error	8	
Total	11	
CV	40,43	
Promedio cm	39,46	

* “Significativo” ** “Altamente significativo” ns “no significativo”

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

En la Ilustración 4-3, se destacó las plantas sembradas en el walipini, el cual obtuvo una altura promedio de 75,17 cm. Por otro lado, las plantas sembradas a campo abierto presentaron una altura promedio significativamente menor, registrando 3,76 cm. Estos resultados indican las diferencias en el impacto del ambiente sobre la altura promedio de las plantas.

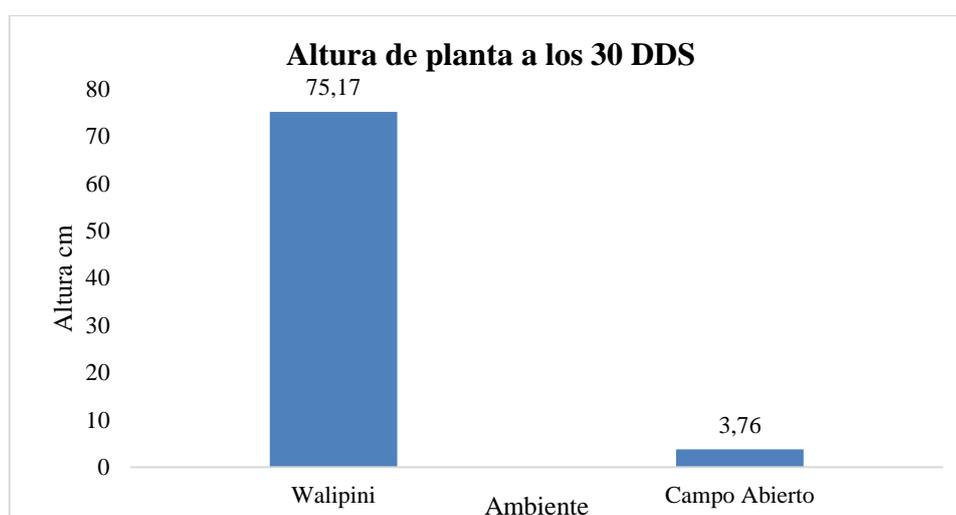


Ilustración 4-3. Altura de planta (cm) a los 30 DDS, según el ambiente.

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

4.1.5 *Altura de la planta (cm) a los 45 días*

En la Tabla 4-4, se evidenció en el ANOVA que el factor ambiente (p-valor=<0,001) tuvo alta significancia, por lo cual, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, se puede deducir que el factor ambiente influyó de manera significativa en la altura de las plantas a los

45 DDS. Por otro lado, no se observó significancia ni en el factor variedad ni en la interacción entre estos dos factores.

Tabla 4-4: ANOVA de la altura (cm) de planta a los 45 DDS.

F.V.	gl	p-valor
Ambiente	1	<0,0001 **
Variedad	1	0,2371 ns
Ambiente*Variedad	1	0,2278 ns
Error	8	
Total	11	
CV	28,92	
Promedio cm	109,85	

* “Significativo” ** “Altamente significativo” ns “no significativo”

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

En la Ilustración 4-4, se destacó las plantas sembradas en el walipin, las cuales obtuvieron una altura promedio de 183,02 cm. Por otro lado, las plantas sembradas en condiciones de campo abierto mostraron una altura promedio menor de 5,99 cm.

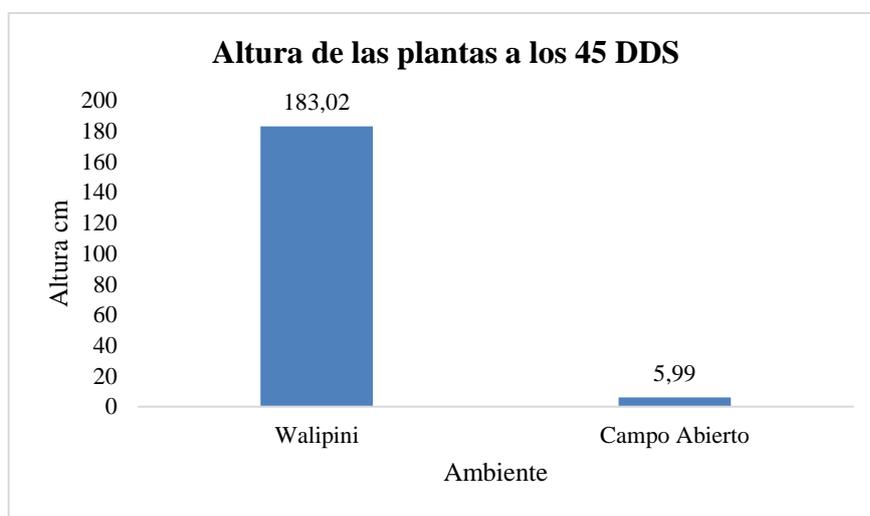


Ilustración 4-4. Altura de planta (cm) a los 45 DDS, según el ambiente.

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

4.1.6 Altura de la planta (cm) a los 60 DDS.

La Tabla 4-5, al igual que en ANOVA a los 30 DDS y 45 DDS, se evidenció que el factor ambiente (p-valor=<0,0001) tuvo alta significancia, por lo cual, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, se puede deducir que el factor ambiente influyó significativa en la altura

de las plantas a los 60 DDS. Por otro lado, no se observó significancia en el factor variedad y en la interacción.

Tabla 4-5: Altura de la planta a los 60 DDS.

F.V.	gl	p-valor
Ambiente	1	<0,0001 **
Variedad	1	0,5629 ns
Ambiente*Variedad	1	0,4917 ns
Error	8	
Total	11	
CV	13,5	
Promedio cm	186,16	

* “Significativo” ** “Altamente significativo” ns “no significativo”

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

En la Ilustración 4-5, el comportamiento fue igual a los anteriores casos, donde se destacó las plantas sembradas en el walipin, que obtuvo una altura promedio de 262,96 cm. Finalmente, las plantas sembradas a campo abierto mostraron una altura promedio significativamente menor, alcanzando 2,82 cm.

Los datos obtenidos en este estudio revelaron que la mayor altura promedio fueron de 262,96 cm se obtuvo al interior del walipin, según Gil, (2018, párr. 15) los walipinis tienen como característica mantener una temperatura constante en su interior, debido a que sus paredes ayudan a retener el calor, por ello se determinó, que el walipin proporcionó las condiciones necesarias para el desarrollo de las plantas de sandía.

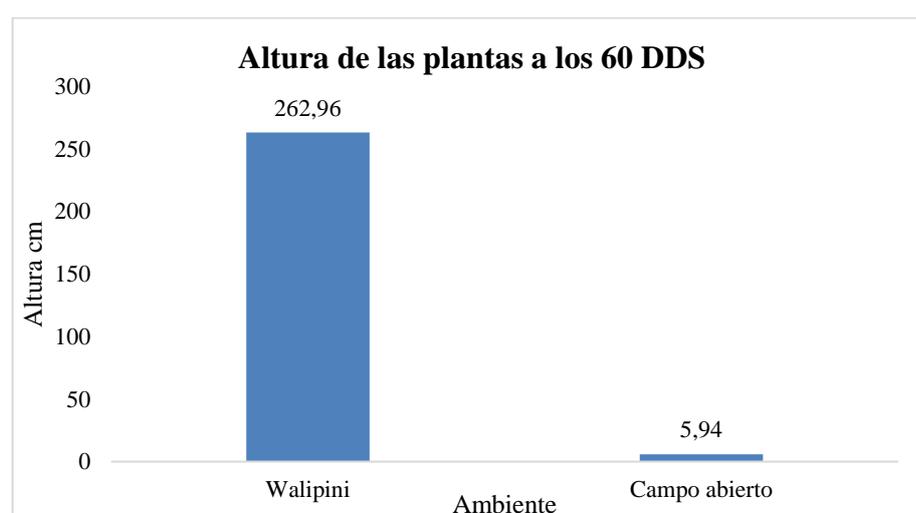


Ilustración 4-5. Altura de planta (cm) a los 60 DDS, según el ambiente.

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

4.1.7 Número de hojas a los 15 DDS.

En el ANOVA de Tabla 4-6, se identificó que el factor ambiente y variedad fueron altamente significativo, rechazándose la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, se puede deducir que el factor ambiente como el factor variedad influenciaron de manera significativa en el número de hojas a los 15 DDS.

Además, el factor interacción también resultó significativo, señalando una influencia de la interacción entre variedad y ambiente, en el número de hojas a los 15 DDS.

Tabla 4-6: ANOVA del número de hojas a los 15 DDS.

F.V.	Gl	p-valor
Ambiente	1	<0,0001 **
Variedad	1	0,0001 **
Ambiente*Variedad	1	0,0173 *
Error	8	
Total	11	
CV	15,53	
Promedio	2,30	

* “Significativo” ** “Altamente significativo” ns “no significativo”

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

En la Ilustración 4-6, basada en la prueba de separación de medias de Tukey al 5%, se evidencio que el tratamiento A2B2 obtuvo el promedio más alto con 2,78 hojas, ubicándose en el grupo a. Por otro lado, el tratamiento A1B1 mostró un promedio menor con 3,82 hojas, ubicándose en el grupo c.

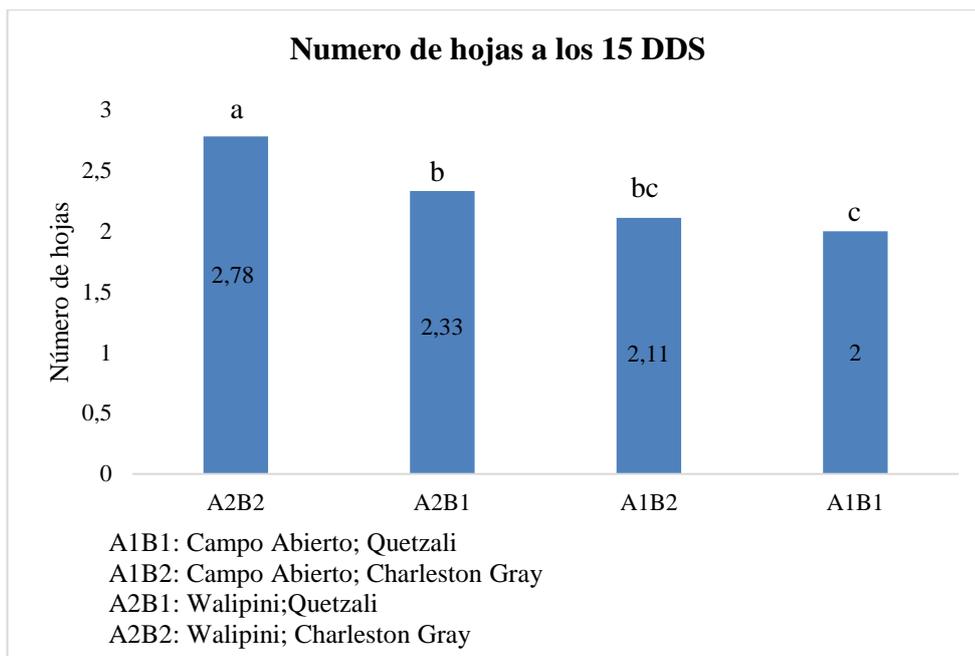


Ilustración 4-6. Número promedio de hojas a los 15 DDS.

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

4.1.8 Número de hojas a los 30 DDS.

En el ANOVA de la Tabla 4-6, se identificó que el factor ambiente fue altamente significativo (p -valor= <0.0001), por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo cual se puede deducir que el factor ambiente influyó en el número de hojas a los 30 DDS. Por otro lado, el factor variedad y la interacción no resultó significativo.

Tabla 4-7: ANOVA del número de hojas a los 30 DDS.

F.V.	gl	p-valor
Ambiente	1	$<0,0001$ **
Variedad	1	0,0525 ns
Ambiente*Variedad	1	0,2254 ns
Error	5	
Total	11	
CV	15,53	
Promedio	6,50	

* “Significativo” ** “Altamente significativo” ns “no significativo”

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

En la Ilustración 4-7, según el ambiente se destacó las plantas sembradas en el walipin, obtuvo un promedio de 9,22 hojas. Por otro lado, las plantas sembradas a campo abierto mostraron promedio menor de 3,8 hojas.

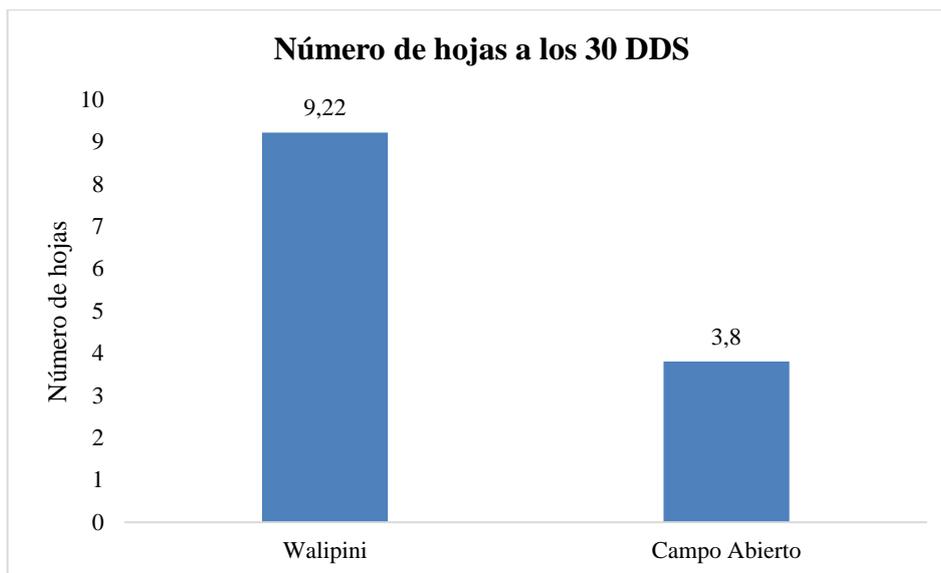


Ilustración 4-7. Número promedio de hojas a los 30 DDS según el ambiente.

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

4.1.9 Número de hojas a los 45 DDS.

En el ANOVA de la Tabla 4-6, se identificó que el factor ambiente fue altamente significativo (p -valor $\leq 0,0001$), por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, se puede deducir que el factor ambiente como el factor variedad influenciaron de manera significativa en el número de hojas a los 45 DDS.

Tabla 4-8: ANOVA del número de hojas a los 45 DDS.

F.V.	gl	p-valor
Ambiente	1	<0,0001 **
Variedad	1	0,0525 ns
Ambiente*Variedad	1	0,2254 ns
Error	5	
Total	11	
CV	32,3	
Promedio %	12,30	

* “Significativo” ** “Altamente significativo” ns “no significativo”

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

En la Ilustración 4-8, según el ambiente se destacaron las plantas sembradas en el walipin, donde se obtuvo un promedio de 17,5 hojas. Por otro lado, las plantas sembradas a campo abierto mostraron promedio menor con 5,23 hojas.

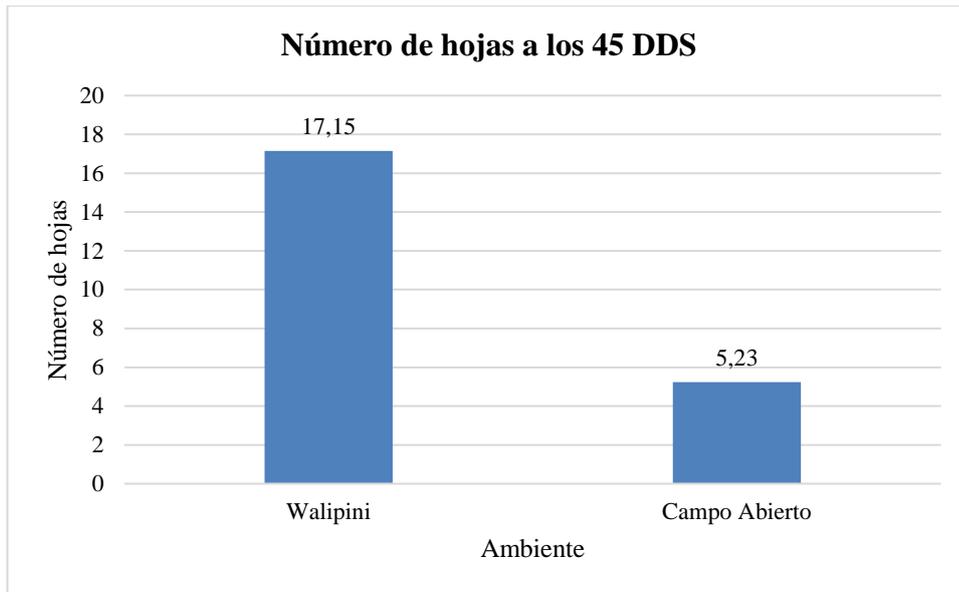


Ilustración 4-8. Número promedio de hojas a los 45 DDS según el ambiente.

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

4.1.10 Número de hojas a los 60 DDS.

En el ANOVA de la Tabla 4-3, se apreció que el factor ambiente (p-valor: <0,0001) fue altamente significativo, por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, deduciendo que el factor ambiente influyó de manera significativa en el número de hojas a los 60 DDS. Por otro lado, no se encontró diferencias significativas en la variedad ni en la interacción.

Tabla 4-9: ANOVA del número de hojas a los 60 DDS

F.V.	gl	p-valor
Ambiente	1	<0,0001 **
Variedad	1	0,0923 ns
Ambiente*Variedad	1	0,244 ns
Error	8	
Total	11	
CV	13,5	
Promedio %	13,81	

* “Significativo” ** “Altamente significativo” ns “no significativo”

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

En la Ilustración 4-9, se obtuvo en el walipin el promedio más alto de número de hojas con un promedio de 17,48 hojas. Por otro lado, la menor cantidad de hojas se obtuvo a campo abierto con 5,22 hojas

Según Gil, (2018, p. 15) los walipini tienen la capacidad de retener el calor por las características de sus paredes, por tanto, proporcionan las condiciones necesarias para el desarrollo de las hojas (18,7 hojas; 60 DDS), al interior del walipini se evidenció un mayor desarrollo de las hojas de la planta de sandía en comparación a las plantas expuestas a campo abierto.

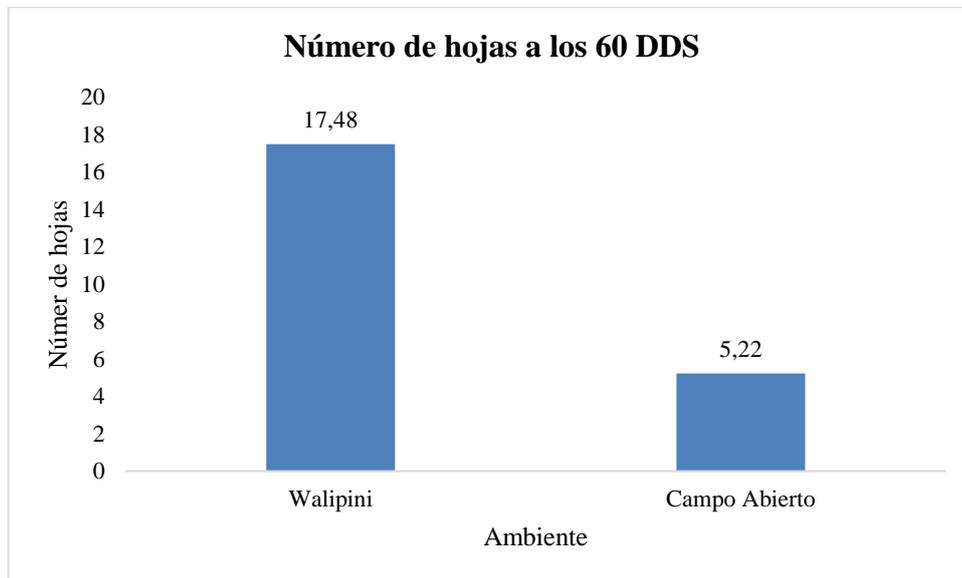


Ilustración 4-9. Número promedio de hojas a los 60 DDS.

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

4.1.11 *Diámetro del tallo (mm) a los 15 DDS*

En la tabla 4-10, según el análisis del ANOVA, el factor ambiente, fue significativo, por lo cual, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa y se puede deducir que el factor ambiente tiene un impacto significativo el diámetro del tallo.

De manera similar la variedad y la interacción fueron altamente significativos, por ello la variedad como la interacción de estos factores influyeron de manera significativa en el diámetro del tallo de las plantas

Tabla 4-10: ANOVA del diámetro de los tallos (mm) a los 15 DDS

F.V.	gl	p-valor
Ambiente	1	0,0393 *
Variedad	1	<0,0001 **
Ambiente*Variedad	1	0,0023 **
Error	8	
Total	11	
CV	15,2	
Promedio %	0,24	

* “Significativo” ** “Altamente significativo” ns “no significativo”

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

En la ilustración 4-10, basada en la prueba de separación de medias de Tukey al 5%, se determinó que el tratamiento A2B2 exhibió el mayor diámetro, ubicándose en el grupo A, con promedio de 0,31 mm. Por otro lado, el tratamiento A2B1 demostró el menor diámetro, con una media de 0,16 mm, perteneciente al grupo C.

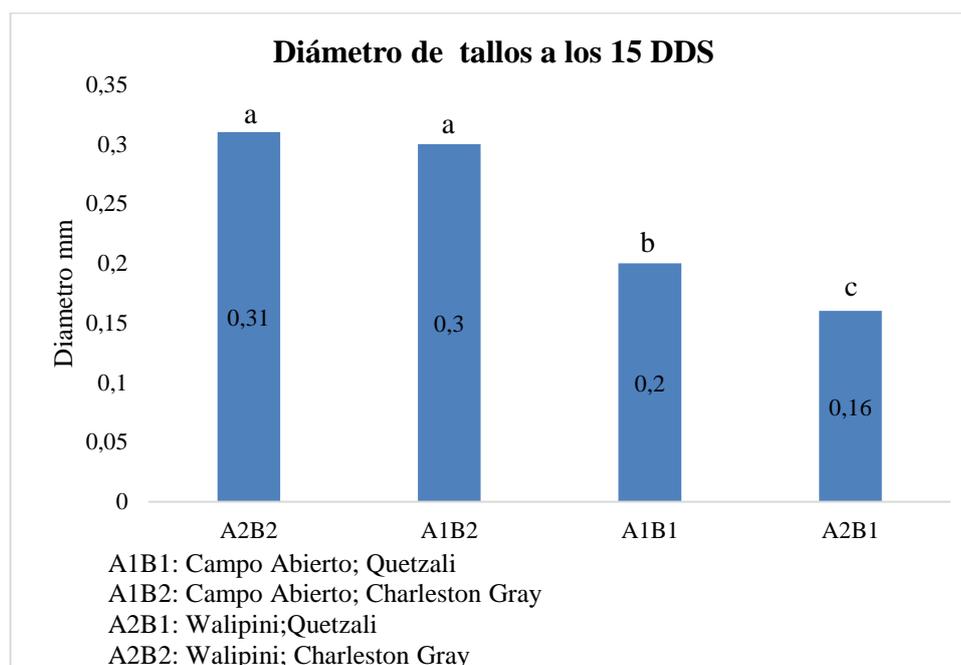


Ilustración 4-10. Promedio del diámetro de los tallos a los 15 DDS.

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

4.1.12 Diámetro del tallo (mm) a los 60 DDS

En la tabla 4-11, según el ANOVA, el factor ambiente, variedad y la interacción, fueron altamente significativos, por tal razón, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por ello se puede deducir que el factor ambiente como el factor variedad influenciaron de manera

significativa en el diámetro del tallo de las plantas. Del mismo modo la interacción indica que la combinación de estos factores también tiene un impacto significativo.

Tabla 4-11: ANOVA del diámetro de los tallos (mm) a los 60 DDS.

F.V.	gl	p-valor
Ambiente	1	<0,0001 **
Variedad	1	<0,0001 **
Ambiente*Variedad	1	<0,0001 **
Error	8	
Total	11	
CV	5,64	
Promedio %	0,32	

* “Significativo” ** “Altamente significativo” ns “no significativo”

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

En la ilustración 4-11, según la prueba de separación de medias de Tukey al 5%, se determinó que el tratamiento A2B2 exhibió el mayor diámetro promedio de 0,9 mm, ubicado en el grupo A. Mientras que, el tratamiento A1B1 demostró el menor diámetro, con una media de 0,2 mm, ubicado en el grupo D.

La variedad Charleston gray en el walipin (A2B2) presentó un diámetro de tallo de 0,9 mm, según Syngenta (2024, párr. 2) la variedad Charleston gray tiene la capacidad de adaptarse a distintos ambientes y en diferentes sistemas de producción, además Ortega et al. (2022, p. 80), mencionan que la variedad Charleston posee mejores características en cuanto a diámetro a comparación que Quetzali, por ello se determinó que la variedad Charleston gray posee mejores características morfológicas dentro del walipini.

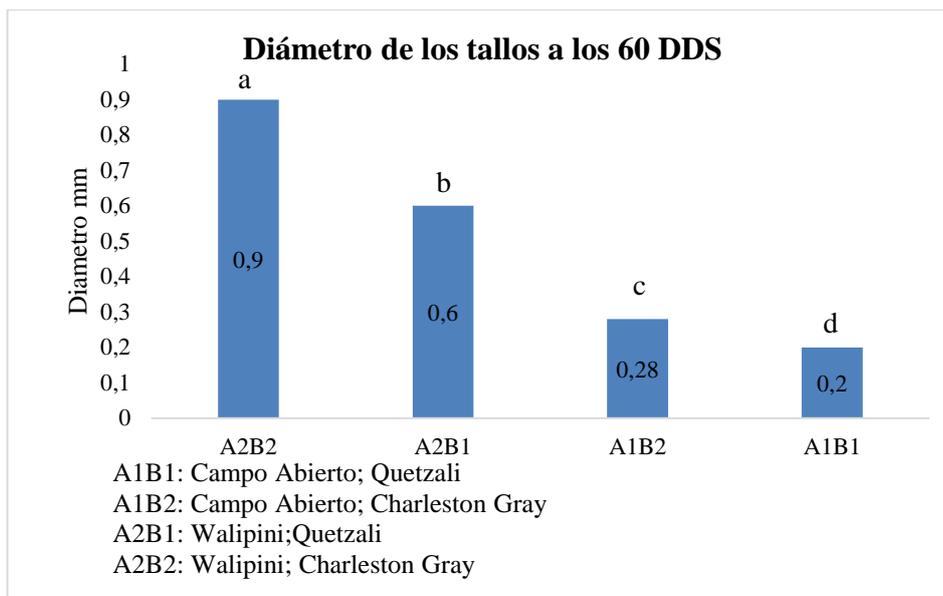


Ilustración 4-11. Promedio del diámetro de los tallos a los 60 DDS.

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

4.1.13 Número de ramas a los 45 DDS

El número de ramas se contabilizó a los 45 DDS. En el ANOVA de la Tabla 4-12, se evidenció que el factor ambiente ($p\text{-valor} < 0,0001$) tuvo alta significancia, por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, observando una influencia significativa del ambiente en el número de ramas. Por otro lado, no se observó significancia ni en el factor variedad ni en la interacción entre estos dos factores.

Tabla 4-12: ANOVA del número de ramas a los 45 DDS.

F.V.	gl	p-valor
Ambiente	1	<0,0001 **
Variedad	1	0,0845 ns
Ambiente*Variedad	1	0,0845 ns
Error	8	
Total	11	
CV	38,63	
Promedio %	1,28	

* “Significativo” ** “Altamente significativo” ns “no significativo”

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

En la Ilustración 4-10, se destacó las plantas sembradas en el walipin, el cual obtuvo un número promedio de ramas de 2,57. Por otro lado, las plantas sembradas a campo abierto no exhibieron ramas.

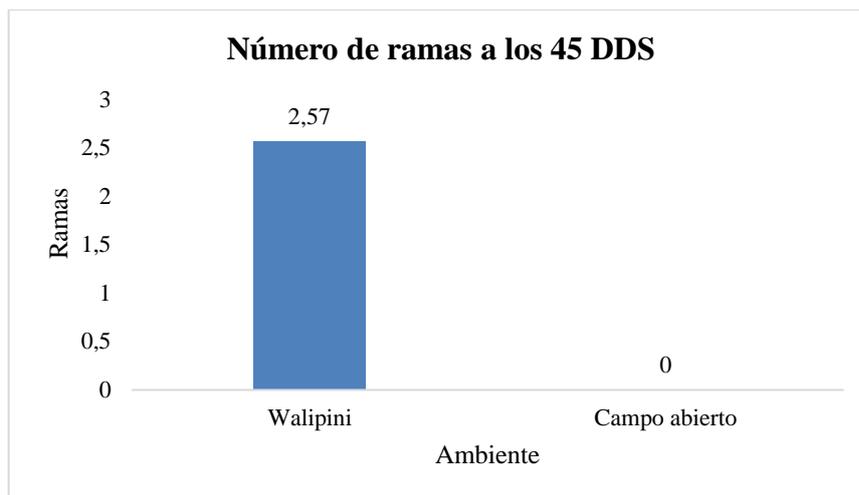


Ilustración 4-12. Promedio del número de ramas a los 45 DDS.

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

4.1.14 Número de ramas a los 60 DDS

El número de ramas se contabilizó a los 60 DDS. En el ANOVA de la Tabla 4-8, se evidenció que el factor ambiente, la variedad y en la interacción fueron altamente significativos, por lo cual, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, evidenciando que la variedad, ambiente y la interacción ejercieron una influencia significativa en número de ramas a los 60 DDS.

Tabla 4-13: ANOVA del número de ramas a los 60 DDS.

F.V.	gl	p-valor
Ambiente	1	<0,0001 **
Variedad	1	0,0025 **
Ambiente*Variedad	1	0,0025 **
Error	104	
Total	107	
CV	25,81	
Promedio %	1,56	

* “Significativo” ** “Altamente significativo” ns “no significativo”

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

En la Ilustración 4-13, se destacó el tratamiento A2B2, ubicado en el Grupo A, según la separación de medias de Tukey al 5%, se obtuvo un número promedio de ramas de 3,37. Por otro lado, en los tratamientos A1B2 y A1B1 no exhibieron ramas.

Según Ortega et al. (2022, p. 81), la variedad Charleston es menos susceptible al cambio de temperatura y posee mayor adaptabilidad, lo que se evidenció en nuestro trabajo, Charleston gray presentó la mayor cantidad de ramas secundarias.

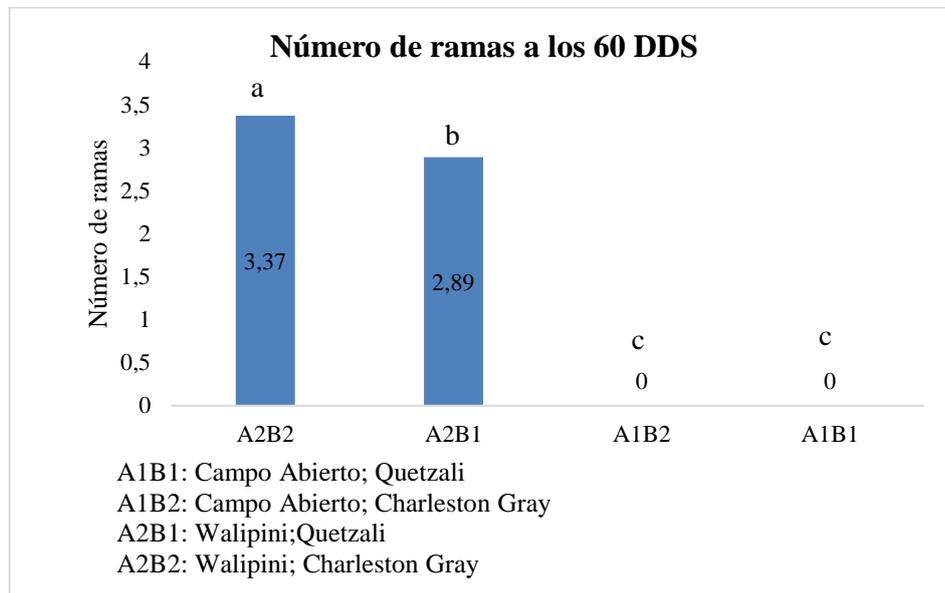


Ilustración 4-13. Promedio del número de ramas a los 60 DDS.

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

4.1.15 Número de flores

En la tabla 4-14, según el ANOVA, el factor ambiente, variedad y la interacción ($p\text{-valor} < 0,0001$) fueron altamente significativos, por tal razón, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, se puede deducir que el factor ambiente como el factor variedad influenciaron de manera significativa en el número de flores. Del mismo modo la interacción indica que la combinación de estos factores también tiene un impacto significativo en el número de flores.

Tabla 4-14: ANOVA del número de flores.

F.V.	gl	p-valor
Ambiente	1	<0,0001 **
Variedad	1	<0,0001 **
Ambiente*Variedad	1	<0,0001 **
Error	8	
Total	11	
CV	52,8	
Promedio %	6,61	

* “Significativo” ** “Altamente significativo” ns “no significativo”

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

En la ilustración 4-14, se determinó que el tratamiento A1B1 exhibió el mayor número de flores, registrando una media de 16,26, ubicado en el grupo a, según la separación de medias de Tukey al 5%. Por otro lado, los tratamientos A1B1 y A1B2 no presentaron flores. (VER ANEXO J)

Para la variable número de flores, Charleston gray obtuvo el más alto número de flores (16,26) en el walipin (A2B2), según Ortega et al. (2022, p. 81), mencionan que la variedad Quetzali presenta un 9% más flores que Charleston gray, es posible que en el presente estudio la variedad Charleston al ser menos susceptible al cambio de temperatura y su fácil adaptabilidad haya influenciado en el número de flores, llegando a obtener un 35% más de flores que Quetzali.

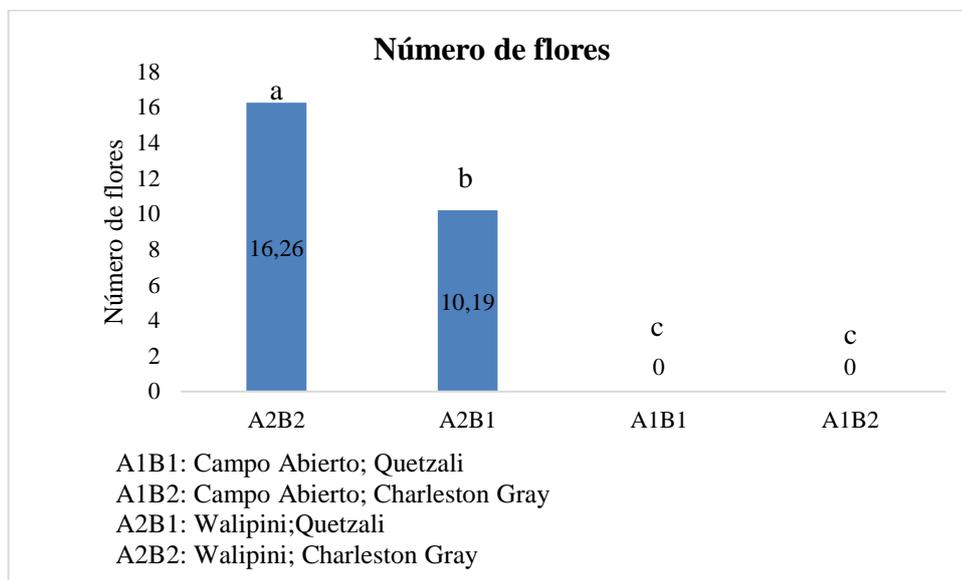


Ilustración 4-14. Promedio del número de flores.

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

4.1.16 Temperatura ambiente °C

De acuerdo con la tabla 4-15, se observó que la mayor temperatura promedio se obtuvo en el walipini con 19,3°C, con una temperatura máxima de 46,96°C y mínima de 9,8°C. Por el contrario, la temperatura media al ambiente fue de 12,1°C, con una temperatura máxima de 18,31 °C y mínima de 8,34°C

Tabla 4-15:Registro de la temperatura en campo abierto y walipini °C.

	Media	Mínimo	Máximo
Walipini	19,3	9,8	46,96
Campo Abierto	12,3	8,34	18,31

Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

El promedio de la temperatura registrado en el walipini fue de 19,3 °C, valor superior al campo abierto en 7,1°C, según Garcia (2023, p. 81) menciona que la temperatura promedio al interior del walipini es de 17,94 mientras que la temperatura promedio a campo abierto de 12,78°C para el cultivo de sandía, evidenciando una diferencia de 5,35°C, por consiguiente, se puede mencionar que en el estudio realizado la temperatura fue mayor en el walipini.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En el porcentaje de germinación no se evidenció diferencias estadísticas entre los tratamientos obteniendo el 100% de germinación en los dos ambientes de estudio.

La variedad Charleston Gray sembrada al interior del walipini presentó las mejores características en comparación a Quetzali, con una altura promedio de 262,96 cm, número de ramas secundarias de 3,37, un diámetro del tallo promedio de 0,9 mm, un promedio de 16,26 flores.

Durante el estudio, el invernadero bajo nivel walipini debido a sus características de conservación de la temperatura presentó una media de 19,3°C evidenciando que se encuentra en el rango óptimo del desarrollo del cultivo de la sandía.

Por lo antes mencionado se consideraría el walipini como una alternativa para el desarrollo de especies que no se pueden sembrar a campo abierto en la comunidad Palacio Real.

5.2 Recomendaciones

Evaluar el rendimiento de las variedades Charleston y Quetzali bajo walipini y posterior determinar su B/C.

Realizar la emasculación en el cultivo de sandía en invernadero bajo nivel walipini ya que esto permite obtener frutos.

Realizar un estudio basado en distanciamiento adecuado de siembra.

Construir los walipinis en una orientación opuesta a la dirección predominante del viento, con el fin de minimizar la entrada de aire exterior y, en consecuencia, evitar la reducción de las temperaturas internas del invernadero.

BIBLIOGRAFÍA

1. **AGRIPAC.** Guía práctica de cultivos. Ecuador, INIAP, 2008, pp. 444
2. **AGROCALIDAD.** Muestreo para análisis de suelo. [En línea] 2018. [Consulta: 20 de noviembre de 2023.]. Disponible en: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/agua8.pdf>.
3. **BEJARANO, WASHINGTON.** Como tomar muestras de suelos para su análisis químico. [En línea]. 2018. [Consulta: 20 de noviembre de 2023.]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2554/>.
4. **BERGER.** Trucos y consejos prácticos. ¿Por qué cultivar en invernadero? Ventajas y desventajas. [En línea] 2023. [consulta: 9 23, 2023.]. Disponible en: <https://www.berger.ca/es/recursos-para-los-productores/tips-y-consejos-practicos/cultivar-invernadero-ventajas-desventajas/>.
5. **CASACA, ÁNGEL.** El cultivo de sandía. [En línea] 04 2005. [Consulta: 20 de noviembre de 2023.]. Disponible en: <https://dicta.gob.hn/files/2005,-El-cultivo-de-la-sandia,-G.pdf>.
6. **CASTRO , ELENA.** Clima.Bio. Wallipines (o invernaderos subterráneos). [En línea] 2020 [Consulta: 20 de noviembre de 2023.]. Disponible en: <https://clima.bio/wallipines-o-invernaderos-subterraneos/>.
7. **CHERLINKA, VASYL.** Gestión de cultivos. Etapas De Crecimiento De Las Plantas: Rol Y Funciones. [En línea] 2023 [Consulta: 20 de noviembre de 2023.]. Disponible: <https://eos.com/es/blog/etapas-de-crecimiento-de-una-planta/>.
8. **CHUMO, HÉCTOR.** Determinación de los daños de Bemisia tabaci (Mosca Blanca) ocasionados en la producción de Citrullus lanatus (sandía). Jipijapa-Ecuador. Universidad Estatal del Sur de Manabi, 2017, p. 35
9. **GAD SANTIAGO DE CALPI.** El Clima. [En línea] Gobierno Autonomo Descentralizado de la parroquia Santiago de Calpi, 2020. [Consultado: 20 de noviembre de 2023.] Disponible en: <https://www.santiagodecalpi.gob.ec/la-parroquia/biofisico-ambiental/el-clima.html>.

10. **GARCÍA, GRACE.** Aclimatación de tres especies medicinales a campo abierto y en invernadero bajo nivel (walipini), en el centro experimental del riego en Tunshi. Riobamba, Ecuador. ESPOCH, 2023, p. 50

11. **GIL, INMA.** Walipini, las ingeniosas huertas subterráneas "made in Bolivia" que pueden resistir al clima extremo del Altiplano. [En línea] BBC NEWS MUNDO, 2018. [Consultado: 12 de febrero de 2024.] Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-43541638>.

12. **HERNÁNDEZ, FRANCIS et al.** Aplicación de un Experimento Bifactorial en un Diseño de Bloques Completamente Aleatorio para determinar los Bloques. 2007.

13. **INFOAGRO.** Cultivo de la sandía. [En línea] 2020. [Consultado: el: 20 de febrero de 2024.]. Disponible en: https://infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/sandia3.htm.

14. **INIA.** Plagas y enfermedades del cultivo de sandía. Plagas y enfermedades del cultivo de sandía. [En línea] 2019. [Consultado: 21 de noviembre de 2023.] Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/30506/NR14051.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

15. **INIA.** Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía. Citrillus lanatus. [En línea] 2017. [Consultado el: 21 de noviembre de 2023.] Disponible: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6667/NR40898.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

16. **ITURRY, LUIS.** Manual de construcción y manejo del Walipini y Panqar Huyu. Benson Agriculture and Food Institute. [En línea] 2002. [Consultado: el: 20 de Febrero de 2024.] https://simientedisidente.com/wp-content/uploads/2019/01/MANUAL_DE_CONSTRUCCION_Y_MANEJO_DEL_WALI.pdf.

17. **LÓPEZ, J AND MENDEZ, A.** Aclimatación de plantas al cambio climático. Madrid : Ediciones Omega, 2002.

18. **MARTINEZ, DANIEL.** Invernaderos walipini: una alternativa para la producción agrícola en zonas áridas y semiáridas. Revista Boliviana de Tecnología Agropecuaria, 2016. pp. 5-6.

19. **MATINEZ , CLARA.** Diseños experimentales. [En línea]. 2020. [Consultado: el: 20 de Febrero de 2024.] Disponible en : <https://core.ac.uk/download/pdf/55527325.pdf>.
20. **MORONA, SANDRA.** Programa de diversificación hortícola. Bogotá, Colombia. MCA, 2020, p. 2
21. **MUÑOZ, WILSON.** Facultad de educación técnica para el desarrollo. t-ucsg-pre-tec-agro. [En línea] 2012. [Consultado: el: 20 de febrero de 2024.] Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/14303/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-158.pdf>.
22. **NAVARRO, JUANA.** 2021. Descripción botánica del cultivo de sandía. México. SAGARPA, 2021, p. 3
23. **NWANI, GODFREY.** Farmers' complete guide to growing watermelons. federal university of agriculture makurdi, Benue, Nigueria. Godfrey C Nwani, 2020.
24. **ORTEGA , JULIO, et al.** Comportamiento agronómico de injertos de sandía en la zona puerto cayo en ecuador. Jipijapa, Manabi. Agronomía Costarricense, 2022.
25. **PANTA, SAMANTHA.** Niveles de fertilización potásica en la producción y calidad de sandía (*Citrullus lanatus*) cv. BLACK FIRE. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina, 2015.
26. **SAKATA.** Principales enfermedades que afectan al cultivo de la sandía y como prevenirlas. [En línea] 2020. [Consultado: 20 de noviembre de 2023.] Disponible en: <https://www.sakata.com.br/blog/es/2020/08/28/conozca-las-principales-enfermedades-que-afectan-al-cultivo-de-la-sandia-y-como-prevenir-las/>.
27. **STUDYSMARTER.** Biología. Movimientos de las plantas. [En línea] 2023. [Consultado: el: 20 de Febrero de 2024.]. Disponible en: <https://www.studysmarter.es/resumenes/biologia/reino-vegetal/movimientos-de-las-plantas/>.
28. **SYNGENTA. TRAITS & CHARACTERISTICS, CHARLESTON GRAY.** [En línea] Syngenta Ecuador, 2024. [Consultado: el: 20 de Febrero de 2024.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/436/43675515005/43675515005.pdf>.

29. **TAÍZ, LINCOLN Y ZEIGER, EDUARDO.** Plant Physiology. Sunderland : Sinauer Associates Inc, 2010.
30. **TAÍZ, LINCOLN et al.** Fisiología vegetal. Barcelona, España. Universidad de Jaume, 2006, p.65
31. **UBICA.EC.** El clima. [En línea] Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Santiago de Calpi, 2023. [consulta: 23 de octubre, 2023.]. Disponible en <https://www.santiagodecalpi.gob.ec/la-parroquia/biofisico-ambiental/el-clima.html>.
32. **URBINA, VALERO.** Morfología y desarrollo vegetativo de los frutales. [En línea] 2010. [consulta: 23 de octubre, 2023.]. Disponible en: <https://repositori.udl.cat/server/api/core/bitstreams/328c773c-24ff-4dc0-a102-ce94a0ed6376/content>.

ANEXOS

ANEXO A: CONSTRUCCION DEL WALIPINI



Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

ANEXO B: ELABORACIÓN DE CAMAS Y ABONAMIENTO



Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

ANEXO C: SISTEMA DE GOTEO Y SIEMBRA



Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

ANEXO D: EMERGENCIA



Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

ANEXO E: PRIMERA TOMA DE DATOS DE LA GERMINACION DE LAS SANDIAS EN EL WILIPINI Y CAMPO ABIERTO





Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

ANEXO F: APLICACIÓN DE ENRAIZAMIENTO PARA LAS SANDÍAS



Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

ANEXO G: TOMA DE DATOS CADA 15 DIAS





Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

ANEXO H: CONTROL DEL CRECIMIENTO Y NUTRIENTES PARA LAS PLANTAS Y TOMA DE DATOS



Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

ANEXO I: TOMA DE DATOS Y CONTROL DE AGUA



Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

ANEXO J: EMASCULACION DE LA FLOR MACHO Y HEMBRA DE LA SANDÍA



Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

ANEXO K: ESTADO ACTUAL DEL CULTIVO DE SANDÍA



Realizado por: (Belén, Izurieta, 2024)

ANEXO L: ANALISIS DE SUELO

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 5
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E24-0014
 Fecha emisión Informe: 08/01/2024

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: María Belén Izurieta Vallejo

Teléfono¹: 0968108911

Dirección¹: Av. 11 de Noviembre

Correo Electrónico¹:

belencitaloveizurieta@gmail.com

Provincia¹: Chimborazo

Cantón¹: Alausí

N° Orden de Trabajo: 06-2023-181

N° Factura/Documento: 010-001-3970

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo ¹ : Sandía	
Provincia ¹ : Chimborazo	X: ---
Cantón ¹ : Riobamba	Coordenadas ¹ : Y: ---
Parroquia ¹ : Calpi	Altitud: ---
Muestreado por ¹ : Belén Izurieta	
Fecha de muestreo ¹ : 18-12-2023	Fecha de inicio de análisis: 22-12-2023
Fecha de recepción de la muestra: 22-12-2023	Fecha de finalización de análisis: 08-01-2024

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-23-4761	M 02	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	8,46
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,18
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,01
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	4,7
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,36
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	17,77
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	3,76
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	<15,0
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	1,55
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	4,33
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	<1,60

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 5
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 2 de 2

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-23-4761	M 02	Humedad*	Gravimétrico PEE/SFA/24	%	18,15
		Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	62
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	28
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	10
		Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Franco Arenoso

Analizado por: Edison Vega, Paola Morocho, Paulina Llive, Cristina Cuichán.

Observaciones:

- Informe revisado por: Cristina Cuichan
- El laboratorio no es responsable del muestreo por lo que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.
- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA										
PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	<1,0	<0,15	<10,0	<0,20	<1,0	<0,33	<20,0	<5,0	<1,0	<3,0
MEDIO	1,0 - 2,0	0,15 - 0,30	10,0 - 20,0	0,20 - 0,38	1,0 - 3,0	0,33 - 0,66	20,0 - 40,0	5,0 - 15,0	1,0 - 4,0	3,0 - 7,0
ALTO	>2,0	>0,30	>20,0	>0,38	>3,0	>0,66	>40,0	>15,0	>4,0	>7,0

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA Y COSTA					
	ÁCIDO	LIGERAMENTE ÁCIDO	PRÁCTICAMENTE NEUTRO	LIGERAMENTE ALCALINO	ALCALINO
pH	≤ 5,5	> 5,5 - 6,5	> 6,5 - 7,5	> 7,5 - 8,0	> 8,0

FUENTE: INIAP. 2002



CRISTINA ALEXANDRA
CUICHAN GUANOLUISA

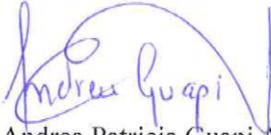
Quím. Alim Cristina Cuichán
 Analista de Suelos, Foliare y Aguas 3
 Responsable Técnico de Laboratorio
 Suelos, Foliare y Aguas

Realizado por: (Cristina, Cuichán, 2023)



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 30/05/2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: María Belén Izurieta Vallejo
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Agronomía
Título a optar: Ingeniera Agrónoma
 Ing. Marco Aníbal Vivar Arrieta, Msc Director del Trabajo de Integración Curricular
 Ing. Andrea Patricia Guapi Auquilla, Msc. Asesora del Trabajo de Integración Curricular