

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de la adaptabilidad de dos variedades de sandía (*Citrullus lanatus*) aplicando fertilización edáfica en el Centro Experimental Alonso Tadeo - UPEC ”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del

Título de Ingeniería Agropecuaria

AUTOR: Pozo Zambrano Juan Carlos

TUTOR: Ing. Ibarra Rosero Edison Marcelo MSc.

Tulcán, 2026.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Pozo Zambrano Juan Carlos con el número de cédula 0402048276 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la adaptabilidad de dos variedades de sandía (*Citrullus lanatus*) aplicando fertilización edáfica en el Centro Experimental Alonso Tadeo - UPEC "

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en la Codificación del Reglamento de Régimen Académico y de Estudiantes de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

Ing. Ibarra Rosero Edison Marcelo MSc.

TUTOR

Tulcán, enero de 2026

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Pozo Zambrano Juan Carlos con cédula de identidad número 0402048276 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

Juan Carlos Pozo

Pozo Zambrano Juan Carlos

AUTOR

Tulcán, enero de 2026

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Pozo Zambrano Juan Carlos los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la adaptabilidad de dos variedades de sandía (*Citrullus lanatus*) aplicando fertilización edáfica en el Centro Experimental Alonso Tadeo - UPEC " y se exime expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.

Juan Carlos Pozo

Pozo Zambrano Juan Carlos

AUTOR

Tulcán, enero de 2026

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios y la Virgen por guiar y bendecir mi camino.

A mi madre Magali Zambrano y abuelitos Gilberto Zambrano y Teresa López, que han sido mis pilares fundamentárteles en mi vida. Gracias por su apoyo y tiempo, por sus consejos, su infinita paciencia y su amor. Y siempre estuvieron a mi lado ayudándome a culminar mis estudios universitarios.

A mi hermano Marlon Mueces y a mi tío Roviro Zambrano que a pesar de todas las cosas que hemos pasado han estado presente en los buenos y malos momentos y brindándome de su apoyo.

Agradezco al Msc. Marcelo Ibarra, tutor de tesis, por su tiempo y paciencia durante todo el proceso de esta investigación. Brindándome su apoyo y su conocimiento y poder concluir de la mejor manera la investigación.

Expreso un sincero agradecimiento al Ing. Andrés Pantoja, colaborador de la empresa Sur-semillas S.A., por su importante aporte al facilitar las semillas de sandia utilizadas en el desarrollo de la presente investigación. Su apoyo fue fundamental para la ejecución de la fase experimental que respaldo a este estudio.

Agradezco a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por ser el espacio donde adquirí nuevos conocimientos, ayudándome a crecer areniscamente. Gracias a sus docentes por compartir sus conocimientos y a mis amigos y compañeros por los buenos momentos compartidos durante toda esta etapa que fue muy bonita.

Pozo Zambrano Juan Carlos

DEDICATORIA

Dedico este logro a las personas que más amo, a quienes estuvieron a mi lado, ya sea de cerca o desde la distancia, acompañando en cada uno de mis esfuerzos por alcanzar mi título universitario.

En especial, ofrezco esta investigación a Dios, por cuidarme en cada momento, por darme la fortaleza para continuar incluso cuando las circunstancias parecían imposibles. Su guía fue mi sostén en los días más difíciles.

Dedico este triunfo a mi madre, quien partió con el anhelo de verme convertida en profesional. Se que nunca me dejó solo, sentí su compañía, su amor y su presencia en cada paso que di. Ella fue mi mayor motivo para continuar, aun mas cuando aparecieron obstáculos en el camino. Por eso este logro también es suyo, y hoy se lo entrego con todo mi corazón.

A mis seres queridos que han sido mi refugio en los momentos difíciles y mi mayor impulso en los días de duda, les agradezco por estar presentes de una u otra manera, por creer en mi cuando yo mismo dudaba, y por recordarme que los sueños se construyen con esfuerzo, paciencia y fe.

Pozo Zambrano Juan Carlos

ÍNDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCION	15
I. EL PROBLEMA	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3. JUSTIFICACIÓN	17
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	18
1.4.1.Objetivo General	18
1.4.2. Objetivos Específicos.....	18
1.4.3.Preguntas de Investigación.....	19
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.2. MARCO TEÓRICO	22
2.2.1Cultivo de sandía.....	22
2.2.2. Varieda de desandia	24
2.2.3. Adaptabilidad.....	29
2.2.4. Valornutricional	29
2.2.5. Densidad de la siembra.....	32
2.2.6. Plagas y enfermedades.....	32
2.2.7. Épocas de siembra.....	33
2.2.8. Fertilizantes.....	34
III. METODOLOGÍA	39
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	39
3.1.1. Enfoque Cuantitativo	39

3.1.2. Tipo de Investigación	39
3.2. HIPÓTESIS	40
3.2.1. Hipótesis nula (Ho)	40
3.2.2. Hipótesis afirmativa (Ha)	40
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	41
3.3.1. Definición de variables	41
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	42
3.4.1. Localización del experimento.....	42
3.4.2. Tratamientos	43
3.4.3. Características del diseño experimental.....	44
3.4.4. Diseño del ensayo	45
3.4.5. Diseño de la parcela neta a evaluar	45
3.4.5. Manejo	46
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	49
3.6. RESULTADOS	49
3.6.1. Prueba de normalidad Shapiro Wilks	49
3.6.2. Numero de hojas	51
3.6.3. Numero de guías	52
3.6.4. Número de flores.....	54
3.6.5. Longitud de guías	55
3.6.7. Peso del fruto.....	57
3.6.8. Grados brix.....	58
3.6.9. Numero de frutos	59
3.6.10. Rendimiento por tratamiento	60
3.6.11. Costo beneficio.....	62
3.7. DISCUSIONES	63
3.7.1. Número de hoja por variedad.....	63

3.7.2. Fertilizantes por variedad y número de guías.....	64
3.7.3. Número de guías por variedad	65
3.7.4. Número de flores por variedad	66
3.7.5. Longitud de guías por variedad.....	67
3.7.6. Peso de fruto por variedad	68
3.7.7. Grados brix por variedad	69
3.7.8. Rendimiento por variedad	70
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
4.1. CONCLUSIONES	72
4.2. RECOMENDACIONES	72
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
VI. ANEXOS.....	76

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Clasifica taxonómica.....	23
Tabla 2 Características variedad de sandía Champagne F1	25
Tabla 3 Característica variedad sandía Amphion F1	27
Tabla 4 Característica variedad sandía Santanella F1	28
Tabla 5. Densidades de siembra del cultivo de la sandía.....	31
Tabla 6. Densidades de siembra del cultivo de la sandía.....	32
Tabla 7. Variable independiente: Aplicación de fertilizantes químicos.....	42
Tabla 8. Ubicación geográfica.....	43
Tabla 9. Tratamientos del ensayo experimental.....	43
Tabla 10. Descripción del diseño experimental.....	44
Tabla 11. Distribución de tratamientos.....	45
Tabla 12. Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para las variables en estudio.....	50
Tabla 13. Anova para la variable número de hojas por tratamiento por semana	51
Tabla 14. Tukey al 5% para la variable número de hojas por variedad por semana...51	
Tabla 15. Tukey al 5% para la variable número de hojas por fertilizante por semana.52	
Tabla 16. Anova para la variable número de guías por tratamiento por semana	52

Tabla 17. Tukey al 5% para la variable número de guías por variedad por semana ..	53
Tabla 18. Tukey al 5% para la variable número de guías por fertilizante por semana.	53
Tabla 19. ANOVA para la variable número de flores por tratamiento por semana	54
Tabla 20. Tukey al 5% para la variable número de flores por variedad por semana...	54
Tabla 21. Tukey al 5% para la variable número de flores por fertilizante por semana.	55
Tabla 22. Anova para la variable longitud de guías por tratamiento por semana	55
Tabla 23. Tukey al 5% para la variable longitud de guías por variedad por semana..	56
Tabla 24. Tukey al 5% para la variable longitud de guías por fertilizante por semana	56
Tabla 25. ANOVA para la variable peso del fruto por tratamiento por cosecha.....	57
Tabla 26. Tukey al 5% para la variable peso del fruto por variedad por cosecha	57
Tabla 27. Tukey al 5% para la variable peso de fruto por fertilizante por semana	58
Tabla 28. Anova para la variable ° Grados Brix por tratamiento por cosecha	58
Tabla 29. Tukey al 5% para la variable ° grados brix por variedad por cosecha	59
Tabla 30. Tukey al 5% para la variable ° Grados Brix por fertilizante por cosecha.....	59
Tabla 31. Kruskal Wallis al 5% para la variable número de frutos por cosecha por tratamiento.....	59
Tabla 32. ANOVA para la variable rendimiento por tratamiento.....	60
Tabla 33. Tukey al 5% para la variable rendimiento por variedad.....	60
Tabla 34. Tukey al 5% para la variable rendimiento por fertilizante	61
Tabla 35. Costo Beneficio del cultivo de sandía	62
Tabla 36. Fichas técnicas.....	78
Tabla 37. Desarrollo del experimento.....	79
Tabla 38. Costo de producción por Ha	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sandía Champagne.....	25
Figura 2. Sandía Amphion.....	27
Figura 3. Sandía Santanella	28
Figura 4. Diseño de la parcela neta.....	45
Figura 5. Ficha técnica.....	78
Figura 6. Grados brix.....	79

ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1. Acta de sustentación de pre-defensa de TIC	76
Anexo 2. Certificado de abstract por parte de idiomas	77
Anexo 3. Proceso experimental.....	78
Anexo 4. Costo de producción por Ha	80

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo evaluar la adaptabilidad de dos variedades de sandía (*Citrullus lanatus*) aplicando fertilización edáfica en el Centro Experimental Alonso Tadeo – UPEC. La investigación se realizó bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), en arreglo factorial AxB+1 con 5 tratamientos y 4 repeticiones, en donde el factor A estuvo compuesto por dos niveles (Variedad Champagne y Amphion) y el factor B por dos niveles (fertilizantes 8-20-20 y 10-30-10), además se utilizó como testigo Santanella, dando un total de veinte unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron: número de hojas, número y longitud de guías, número de flores, número de frutos, peso del fruto, rendimiento y relación costo beneficio. En las variables número de hojas, número de flores, peso del fruto y rendimiento se observa diferencias estadísticas a nivel de variedades, en donde la mejor variedad es la Amphion, además no se muestra diferencias estadísticas para los fertilizantes evaluados. Para la variable grados Brix la variedad Champagne y la fertilización con 8-20-20 fue la que mejor resultado obtuvo. La variedad Santanella fue la que mejores resultados presentó para las variables número y longitud de guías. En el análisis de costo beneficio se observa que los mejores índices se presentaron con la variedad Amphion con 8-20-20 y 10-30-10, con valores de 14,38 y 14,87 respectivamente. El análisis global de la información permite concluir que la variedad Amphion con fertilización con 8-20-20 o 10-30-10 fue la que mejores resultados presentó en el Centro Experimental Alonso Tadeo, a pesar de que no alcanzo los valores de peso y rendimiento declarado en la ficha técnica.

Palabras claves: Fertilizante (8-20-20) y Fertilizante (10-30-10) y Variedad Champagne y Amphion.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the adaptability of two watermelon varieties (*Citrullus lanatus*) using soil fertilization at the Alonso Tadeo Experimental Center – UPEC. The study was conducted under a completely randomized block design (CRBD), in a factorial arrangement $A \times B + 1$ with five treatments and four replications. Factor A consisted of two levels (Champagne and Amphion varieties), and factor B consisted of two levels (8-20-20 and 10-30-10 fertilizers). In addition, Santanella was used as a control, resulting in a total of twenty experimental units. The variables evaluated were: number of leaves, number and length of vines, number of flowers, number of fruits, fruit weight, yield, and cost-benefit ratio. For the variables number of leaves, number of flowers, fruit weight, and yield, statistically significant differences were observed at the varietal level, with the Amphion variety showing the best performance. No statistically significant differences were found for the fertilizers evaluated. For the °Brix variable, the Champagne variety fertilized with 8-20-20 showed the best results. The Santanella variety presented the best results for the variables number and length of vines. The cost benefit analysis showed that the best indices were obtained with the Amphion variety fertilized with 8 20-20 and 10-30-10, with values of 14.38 and 14.87, respectively. The overall analysis of the information allows concluding that the Amphion variety fertilized with either 8-20-20 or 10-30-10 showed the best results at the Alonso Tadeo Experimental Center, despite not reaching the fruit weight and yield values stated in the technical data sheet.

Keywords: Fertilizer (8-20-20), Fertilizer (10-30-10), Champagne variety, Amphion variety

INTRODUCCION

La sandía (*Citrullus lantus*) es un cultivo hortícola de gran importancia a nivel mundial debido a su elevado consumo, valor nutricional y amplia aceptación en los mercados nacionales e internacionales. Este cultivo se destaca por su alto contenido de agua, vitaminas y minerales, lo que lo convierte en un alimento refrescante y saludable para la población (FAO, 2020). En el Ecuador, la sandía representa una alternativa productiva relevante para los agricultores de zonas tropicales y subtropicales, contribuyendo al desarrollo económico y a la seguridad alimenticia (MAG,2021).

El incremento de la demanda ha impulsado la incorporación de híbridos comerciales, los cuales presentan ventajas agronómicas como mayor rendimiento, uniformidad del fruto, calidad comercial y tolerancia a enfermedades. De acuerdo con Núñez et al. (2018), el uso de híbridos F1 permitió optimizar la productividad y mejorar la competitividad del cultivo en sistemas agrícolas semi-tecnificado. En contexto la sandía Santanella F1 se caracteriza por presentar frutos de forma uniforme, pulpa de color rojo intenso y un adecuado contenido de sólidos solubles, cualidades apreciadas tanto por productores como por consumidores (Nunhems, 2022).

Sin embargo, el comportamiento agronómico de los cultivares puede variar en función de las condiciones edafoclimáticas y el manejo agronómico aplicado. Según López y Ramírez (2019), la evaluación local de los híbridos es fundamental para determinar su adaptación, rendimiento y respuesta productiva bajo condiciones específicas del cultivo. Por ello resulta necesario generar información técnica que permita sustentar la toma de decisiones en el manejo del cultivo.

En este sentido, la presente investigación tuvo como finalidad analizar el comportamiento agronómico de la Sandía Champagne F1, Amphion F1, bajo las condiciones de la zona de estudio, con el propósito de aportar información científica que contribuya al mejoramiento del manejo del cultivo y al incremento de la productividad, promoviendo una agricultura eficiente y sostenible.

Así mismo, el adecuado manejo agronómico del cultivo de sandía es un factor determinante para alcanzar altos rendimiento y calidad del fruto. Prácticas como la correcta selección del material vegetal, la fertilización balanceada y el control oportuno de plagas y enfermedades influyen directamente en el desarrollo y productividad del cultivo (Hernández et al., 2017)

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según Gallegos (2013), la falta de capacitación a los agricultores en nuevas técnicas productivas no ha permitido explotar la producción de sandías con diferentes variedades, de manera técnica permitiendo generar mayor productividad y rendimiento. En muchas zonas agrícolas el uso de métodos tradicionales no adaptados a las condiciones actuales ha generado una disminución significativa en la productividad de los cultivos.

La agricultura enfrenta grandes problemas relacionados con la sostenibilidad de los sistemas de producción y el rendimiento de los cultivos. El monocultivo se ha consolidado como una práctica predominante debido a la facilidad de manejo y a la búsqueda de productividad a corto plazo. En relación con este contexto se le suma el inadecuado manejo de fertilizantes, caracterizado por el uso excesivo como parte de una fertilización deficiente, como consecuencia negativa es el agotamiento del suelo, la reducción de la biodiversidad y la vulnerabilidad a plagas (FAO, 2015)., 2018)

La repetición anual de monocultivos en parcelas del Carchi incrementa la extracción de nutrientes específicos del suelo y provoca un uso creciente de fertilizantes y agroquímicos para mantener rendimientos. Investigaciones y diagnósticos locales señalan que esta práctica potenciada por la búsqueda de rendimiento y la dependencia de insumos conduce al agotamiento de la

fertilidad edáfica y eleva los costos de producción para pequeños productores (Romo, estudio UPEC.).

En los cultivos de sandía se ha identificado una baja productividad asociada a la práctica constante del monocultivo y el uso predominante de técnicas agrícolas tradicionales que no se ajustan a las técnicas actuales. Estos factores configuran un círculo problemático en el cual los agricultores enfrentan rendimiento cada vez más

bajo, mayor dependencia de insumos externos y menor rentabilidad en los cultivos, por ello es necesario plantear alternativas que permitan superar las limitaciones del monocultivo y optimizar el manejo de la fertilización

El uso inadecuado de fertilizantes químicos ha generado un deterioro progresivo de la fertilidad del suelo, debido a la aplicación de dosis superiores e inferiores a las necesidades reales de los cultivos. Investigaciones recientes evidencian que la sobre fertilización altera la estructura edáfica, modifica el pH y reduce la actividad microbiana beneficiosa comprometiendo la sostenibilidad productiva a largo plazo (Rahman, Zhang, 2020).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera influye el monocultivo, junto con el uso de técnicas tradicionales y la aplicación inadecuada de fertilizantes en la disminución agrícola y en la sostenibilidad de los sistemas de cultivo?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Ramírez (2014), menciona que la sandía es la cuarta hortaliza más cultivada en el Ecuador después de la cebolla colorada y blanca, denominado como un cultivo de gran importancia económica. Ecuador es el mayor productor de frutas tropicales y la sandía se ha identificado como un producto especial en el extranjero, con elevado potencial para su expansión tanto para el consumo interno como para la exportación. Los productores para aprovechar al máximo la adaptabilidad y su rendimiento toman distintas medidas para lograrlo, como la implementación de técnicas innovadoras y fertilizantes para aumentar la producción.

El éxito del cultivo depende en gran medida de la selección de variedades adaptadas a la implementación de prácticas agronómicas adecuadas, como la fertilización edáfica. La evaluación de la adaptabilidad de diferentes variedades de sandía bajo un régimen de fertilización específico es fundamental para optimizar la productividad y garantizar la sostenibilidad del cultivo (Montero, 2025). Esta investigación contribuirá a proporcionar una información técnica sobre el desarrollo, productividad y eficiencia en la absorción de nutrientes de dos variedades de sandía.

La fertilización edáfica juega un papel importante en el crecimiento y desarrollo del cultivo, pues influye directamente con la calidad del producto, ya que trabaja en la aplicación de fertilizantes estrechamente en el suelo para que las raíces de las plantas

los absorban. A pesar de los avances en el mejoramiento genético y el desarrollo de nuevas variedades de sandía, se desconoce cuál de ellas presente un mejor desempeño agronómico en determinadas condiciones de suelo y bajo un régimen específico de fertilización edáfica (Zamora & Rodríguez, 2017).

Los resultados obtenidos serán de gran utilidad para los productores ya que permitirán la optimización de la selección de variedades; produciendo la variedad con mejor desempeño en las condiciones de producción, permitirá el eficiente uso de los fertilizantes reduciendo así los costos y minimizando el impacto ambiental. También cabe recalcar que se va a contribuir al desarrollo regional agrícola regional, al proporcionar datos que faciliten la implementación de la estrategia de manejo más eficiente.

Una excelente investigación 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 es un estudio que poco se ha realizado en la provincia del Carchi, esto proporciona conocimientos útiles a los agricultores que pueden producir no sólo una variedad de fruta así 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.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la adaptabilidad de dos variedades de sandía (*Citrullus lanatus*) aplicando fertilización edáfica en el Centro Experimental Alonso Tadeo – UPEC.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la respuesta agronómica y productiva de dos variedades de sandía en el Centro Experimental Alonso Tadeo-UPEC.
- Evaluar el efecto de la fertilización edáfica sobre las variedades de sandía Amphion F1 y Champagne F1.
- Realizar el análisis costo beneficio de cada tratamiento en estudio.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es la condición agronómica y productiva de sandía (*Citrullus lanatus*) en las condiciones del Centro Experimental Alonso Tadeo - UPEC?
- ¿Cuál es el efecto de la fertilización edáfica sobre el comportamiento agronómico y productivo de la variedad de sandía Amphion F1 y Champagne F1?
- ¿Cómo influye los costos de producción de la fertilización edáfica en el rendimiento agronómico y productivo de la variedad de sandía Amphion F1 y Champagne F1?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio realizado por Alcívar (2020), presente estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento agronómico de tres híbridos de sandía (*Citrullus lanatus*) en condiciones edafoclimáticas del cantón Valencia, provincia de Los Ríos, Ecuador. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los híbridos evaluados. Uno de ellos destacó por su mayor rendimiento comercial (superior a 45 t/ha), mejor uniformidad de frutos y mayor contenido de azúcares, mientras que otro híbrido presentó un ciclo de maduración más corto y buen comportamiento frente a enfermedades comunes del cultivo. En general, los tres híbridos mostraron niveles aceptables de adaptación, pero solo uno sobresalió en la mayoría de los parámetros agronómicos analizados.

En la investigación de Tulcán (2023), "Evaluación de la adaptabilidad de dos variables comerciales de sandia, en la parroquia Imatag, cantón Cotacachi", esta investigación tiene como propósito analizar el comportamiento morfológico y agronómico de dos variedades comerciales en una localidad de la sierra ecuatoriana, de tal forma que se pueda conocer la adaptabilidad, identificando materiales promisorios como potencial para fomentar una nueva actividad productiva en la parroquia de Imatag. La presente investigación tiene como metodología caracterizar el comportamiento morfológico y agronómico de dos variables de sandia, variable 1 River Side F1 y variable 2 Charleston Gray, analizando el porcentaje de germinación, días de floración después del trasplante, número de frutos cuajados por planta, peso de frutos en cambio en las variables organolépticas se valorará color de corteza, color de pulpa de sandia, grosor de corteza. Como resultado se obtuvo que se determinó que la variedad River side F1 obtuvo un 6% mayor a la variedad

Charleston gray en condiciones controladas y las dos superan el porcentaje de germinación descrita en las fichas técnica comercial. A altitudes de 2356 msnm con temperaturas promedio mínimas de 7°C y máximas de 18°C no se obtuvo producción

a diferencia de Carrillo (2020), que si obtuvo a una altitud de 2 400 msnm y una temperatura mínima de 10°C acotando que esa diferencia de 3°C afecta en el desarrollo de la planta.

Por otro lado, se realizó la investigación "Evaluación del comportamiento agronomico de tres híbridos de sandía en el cantón Valencia" analizando las clases de sandía como son Royal Charleston, Afrodita, Eletta, analizando los días de floración, número de guías, longitud de guías, número de flores femeninas, diámetro polar, etc, Los datos obtenidos de las tres variedades de sandía se ingresaron clasificados en una hoja en el programa de Excel, para el análisis de la varianza se utilizó el software de análisis estadístico "InfoStat". Con el ANOVA (Análisis de Varianza), se realizó el análisis y procesamiento estadístico. Cuando el ANOVA indique la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la separación de medias. Llegando a las conclusiones de El Híbrido Royal Charleston es el que mejor se comporta en la zona de Valencia, Provincia de Los Ríos ya que los híbridos Afrodita y Eletta son muy susceptibles a Fusarium sp. Y a antracnosis, ocasionando la pérdida del cultivo y propagando la enfermedad a otros híbridos (Alcivar, 2020, pág.: 46).

Morocho Albán et al.,(2022), realizó el estudio denominado "Evaluación del comportamiento agronómico de tres híbridos de sandía con tres distancias de siembra en el cantón Joya de los Sachas, provincia de Orrellana". Se analizó el comportamiento agronómico de 3 híbridos de sandía bajo diferentes tiempos de siembra, considerando dos factores: Factor A: híbridos Esmeraldas, Royak Charlestion y Santa Amelia. Factor B: distancias de siembra 0,60 m, 0,80 m y 1,00 m entre plantas. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo bifactorial, utilizando 4 repeticiones por tratamiento, cada una con 10 unidades experimentales. Las variables evaluadas incluyeron: número de guías por planta, diámetro polar y acuatorial del fruto, rendimiento, sólidos solubles (gradis Brix) y relación beneficio/costo. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y la comparación de medias se realizó mediante la prueba Tukey al 95% de confianza. Los resultados indicaron que el hídrifo Esmeralda, sembrado de una distancia de 1,00 metro entre plantas, presentó las mejores características botánicas, productivas y de calidad, Alcanzo una longitud de guía promedio de 390,42 cm, inició la floración a los 34,33 días, presento 6,55 flores por planta y produjo 1,58 frutos por planta,

Además, obtuvo frutos con diámetro promedio de 38,35 cm y 28,29 cm logrando un rendimiento de 17,03 toneladas por hectarea y un contenido ser altamente rentable. (Ivar, 2020)

En la investigación realizada por Asqui (2020), tuvo como objetivo evaluar el comportamiento agronómico de variedades e híbridos de sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) injertados sobre patrón de calabaza, en condiciones agroclimáticas de la zona de Naranjito, provincia del Guayas. Se emplearon diferentes combinaciones de injerto con el fin de determinar su adaptabilidad, rendimiento y tolerancia a factores bióticos y abióticos característicos del sector. El diseño experimental utilizado fue de bloques completamente al azar con múltiples repeticiones, evaluando variables como el porcentaje de prendimiento del injerto, días a floración, rendimiento por planta, peso y calidad del fruto, así como la resistencia a enfermedades del suelo como fusariosis y nematodos. Los resultados indicaron que las plantas injertadas presentaron un mejor desarrollo vegetativo y mayor tolerancia a enfermedades del suelo en comparación con plantas no injertadas. Entre las combinaciones evaluadas, ciertos híbridos mostraron superioridad en cuanto a rendimiento comercial (t/ha), firmeza del fruto y vida poscosecha. El uso del patrón de calabaza contribuyó a mejorar la absorción de nutrientes y el vigor de la planta, sin afectar significativamente las características organolépticas del fruto.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 Cultivo de sandía

2.2.1.1. Generalidades

La sandía, es originaria de África tropical y Oriente Medio, pertenece a la familia de las cucurbitáceas y es cultivada en diversas partes del mundo. Es del fruto de la sandía, es una planta herbácea anual, dicotiledónea y trepadora, con tallo rastreos y piloso de zarcillos. Sus hojas presentan cinco lóbulos profundos y sus flores de color amarillo y gran tamaño, son unisexuales: las femeninas poseen un gineceo con tres carpelos, mientras que las masculinas tiene cinco estambres.

El fruto de la sandía es una pepónide grande; carnoso y jugoso, compuesto en más de un 90% por agua. Su forma es casi esférica, con cáscara de color verde y pulpa generalmente rosada o roja, de sabor dulce, aunque también existen variedad con

pulpa amarilla y sabor amargo. Contiene numerosas semillas en su interior (MAPA, 2014). (MAPA, 2014)

2.2.1.2. Clasificación taxonómica

La sandía presenta la diferente clasificación taxonómica.

Tabla 1. Clasifica taxonómica

Reino:	Plantae
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida (= Dicotyledoneae)
Orden:	Curcubitales
Familia:	Curcubitaceae
Género:	Citrullus
Especie	Lanatus

Fuente: Fundación Charles Darwin, (2025).

2.2.1.3. Requerimiento edafoclimático del cultivo

La sandía requiere condiciones específicas para su desarrollo adecuado. La sandía opta por temperaturas cálidas y soleadas con un rango ideal entre 21 °C y 29 °C, aunque tolera otras temperaturas con ciertos límites.

- **Clima**

“El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto” (Guerrero, 2018, pàg. 19). (Guerrero, 2018)

- **Suelos**

La sandía requiere suelos sueltos, profundos y bien drenados para favorecer el desarrollo radicular y evitar problemas de asfixia o enfermedades. Prefiere suelos de textura arenosa a franco – arenosa, ya que estos facilitan el drenaje y el calentamiento del suelo.

- **Humedad**

“La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre 60 % y el 80 %, siendo un factor determinante durante la floración y requiere alrededor de 10 horas luz al día” (Guerrero, 2018, pàg. 19).

- **Luminosidad**

La iluminación muy débil favorece el ahilamiento en los semilleros, y la iluminación intensa incrementa, en general, el número de flores y la precocidad en la maduración de los frutos (Reche, 2014). (Reche, 2014)

- **Fertilización**

La dosis de fertilización se debe ajustar a los resultados del análisis de suelo, basándose en dicho estudio se formulará la aplicación de los nutrientes para el cultivo de la sandía.

- **Riego**

La sandía es muy sensible tanto al déficit como al exceso de agua, por lo que el programa de riego debe ajustarse según la temperatura, ambiente y textura del suelo.

2.2.2. Variedades de sandía

2.2.2.1. Champagne F1

El tipo de sandía Champagne es una variedad de sandía con pulpa amarilla o dorada, conocida por su sabor excepcionalmente dulce y su apariencia inusual. A diferencia de la sandía tradicional de pulpa roja, la sandía tipo Champagne se destaca por su textura jugosa, sabor afrutado más suave y un matiz tropical, lo que la hace popular tanto para el consumo fresco como en preparaciones especiales, es así como lo manifiesta Ortega, Cajape, & Lopez (2021), el híbrido Champagne, que es diploide³⁸, tiene plantas vigorosas, frutos redondos, color verde claro con estrías verdes oscuras, pulpa color amarillo, crujiente, muy dulce y de excelente sabor, con peso promedio de 5 a 6 kg.

La sandía Champagne F1 es una variedad híbrida desarrollada por la empresa japonesa Takii Seed, reconocida por su liderazgo en el mejoramiento genético de hortalizas y frutas. De acuerdo con Acaquah (2012), esta variedad fue obtenida mediante procesos de hibridación controlada, con el objetivo de combinar características agronómicas deseables como el vigor, la resistencia a enfermedades y la alta calidad del fruto. (ver anexo tabla 36)

Tabla 2 Características variedad de sandía Champagne F1

CARACTERÍSTICA DE VARIEDAD DE SANDIA CHAMPAGNE F1	
Altura de la planta	2.90 m
Diámetro del tallo	5.55 mm
Peso promedio	2.08 kg
Volumen promedio de fruto	18,69 cm ³
Tipo de planta	Vigorosa
Forma del fruto	Redonda
Color de la pulpa	Amarillo intenso
Sabor	Muy dulce y crujiente
Ciclo del cultivo	De 80 a 85 días
Densidad de siembra	7000 a 8000 plantas por hectárea
Fecha de siembra recomendada	Primavera o verano
Adaptación climática	Ideal en climas cálidos y soleados

Fuente: Takii Seed. (s.f)



Figura 1. Sandía Champagne

Características agronómicas: La variedad Champagne F1 ha sido diseñada para lograr un desempeño agronómico óptimo en climas cálidos y suelos bien drenados. Gracias a su vigor vegetativo, se adapta a diferentes condiciones ambientales sin necesidad de injerto, lo cual reduce los costos de producción y simplifica su manejo. Su resistencia genética a enfermedades como la fusariosis (raza 1) permite minimizar pérdidas y asegurar una producción estable. Además, presenta una buena vida postcosecha, lo que la convierte en una opción competitiva para los mercados locales e internacionales (Takii Seed, s.f.).

La sandía es muy apetecible por ser una fruta refrescante, rica en agua y sales. Es la fruta con mayor cantidad de agua, tiene un bajo contenido energético y en general pocos nutrientes, aunque contiene cantidades apreciables de diversas vitaminas y minerales (Reetu & Maharishi, 2017)..

La sandía está compuesta por el 91% de agua y el 7% de carbohidratos, es rica en licopenos y citrulina, en su corteza contiene cantidades de citrulina. Además, tiene una gran cantidad de micronutrientes y vitaminas esenciales. (Reetu & Maharishi, 2017, pág.4). La sandía es un potente antioxidante que protege a las células del daño oxidativo y se asocia con un menor riesgo de enfermedades coronarias. Estudios demuestran que los extractos de sandía pueden ayudar a presión arterial, especialmente en adultos con obesidad, al mejorar la elasticidad de los vasos sanguíneos y disminuir la presión sistólica y diastólica.

La sandía aporta vitamina C y vitamina B6 nutrientes esenciales para el sistema inmunitario y para la generación de antioxidantes endógenos como el glutatión peroxidasa. Con más de su 90% de su peso y electrolitos, la sandía es ideal para mantener una correcta hidratación, sobre todo en climas cálidos o tras ejercicio intenso, su contenido en fibra dietética favorece la movilidad intestinal y contribuye a un tránsito regular.

2.2.2.2. Amphion

La variedad Amphion F1 se distingue por su precocidad y elevada productividad, presentando un desarrollo vigoroso aun en ausencia de injerto, el peso promedio de los frutos oscila entre 10 y 12 kilogramos, aunque bajo condiciones agronómicas óptimas puede alcanzar entre 14 y 18 kilogramos morfológicamente, el fruto presenta una forma alargada, con una cascara de tonalidad organoléptica, destacando un sabor agradable u un alto contenido de sólidos solubles, con valores de Brix entre 11 y 13. Por la característica que presenta esta variedad se recomienda su cultivo sin uso de portainjertos (Takii Seed, s.f.).

Origen: La sandía Amphion F1 es una variedad híbrida desarrollada por la empresa Takii Seed, una compañía japonesa reconocida por su liderazgo en el mejoramiento genético de hortalizas y frutas. Esta variedad fue obtenida mediante procesos de hibridación controlada, con el objetivo de combinar características agronómicas deseables como el vigor, la resistencia a enfermedades y la alta calidad del fruto (Takii Seed, s.f.).

La ficha técnica de Amphion F1 describe una planta vigorosa, adaptada a diversos ambientes, con frutos de alta calidad comercial. Sus principales características se

detallan en la siguiente tabla, basada en la información oficial proporcionada por el proveedor (Takii Seed, s.f.). (ver anexo tabla 36)

Tabla 3 Característica variedad sandía Amphion F1

Característica	Descripción
Tipo de planta	Vigorosa, con buen sistema radicular
Ciclo de madurez	85–90 días desde la siembra
Forma del fruto	Oblonga
Peso promedio	10–12 kg (puede alcanzar hasta 14–18 kg)
Color de cáscara	Verde con rayas oscuras
Color de pulpa	Rojo intenso
Contenido de azúcar (°Brix)	11–13
Resistencia	Alta al <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i> (Raza 1)
Uso recomendado	Consumo en fresco y procesamiento
Densidad de siembra	5,000 plantas por hectárea

Fuente: Takii Seed. (s.f)



Figura 2. Sandía Amphion

Condiciones Agronómicas: La variedad Amphion F1 ha sido diseñada para lograr un desempeño agronómico óptimo en climas cálidos y suelos bien drenados. Gracias a su vigor vegetativo, se adapta a diferentes condiciones ambientales sin necesidad de injerto, lo cual reduce los costos de producción y simplifica su manejo, su resistencia genética a enfermedades como el fusarium (raza 1) permite minimizar pérdidas y asegurar una producción estable. Además, presenta una buena vida postcosecha, lo que la convierte en una opción competitiva para los mercados locales e internacionales (Takii Seed, s.f.).

2.2.2.3. Santanella

La sandía Santanella F1 es una variedad que se distingue por su alto rendimiento, excelente calidad de fruto y buena adaptación a distintos climas y sistemas de cultivo. Su ciclo de desarrollo es medio, con una duración aproximada de 80 a 95 días desde la siembra hasta la cosecha, lo que permite una producción eficiente en calendarios agrícolas intensivos (United Genetics, 2023).

El fruto de Santanella presenta una forma ovalada, con un peso promedio de 10 a 16 kilogramos, cáscara gruesa y firme, ideal para soportar el transporte a larga distancia y prolongar su vida postcosecha. Su pulpa es de color rojo intenso, firme y crujiente, con un sabor muy dulce, que alcanza entre 12 y 13 grados Brix, lo que la hace muy apreciada por los consumidores. Además, la planta posee un vigor notable, excelente cobertura foliar y tolerancia al daño por insolación.

Santanella F1 ha mostrado un buen desempeño en evaluaciones tanto en agricultura convencional como en sistemas orgánicos, manteniendo buena uniformidad de fruto y características comerciales destacadas. Estas cualidades la convierten en una alternativa sólida para productores que buscan frutos de gran tamaño, alta calidad y excelente presentación en el mercado (United Genetics, 2023).

Tabla 4 Característica variedad sandía Santanella F1

CARACTERISTICAS	DESCRIPCION
Nombre científico	Santanella F1
Tipo	Hibrido F1
Forma del fruto	Redonda ovalada
Peso promedio	6-8 kg
Color de pulpa	Rojo intenso
Contenido de azúcar	11- 12 ° brix
Ciclo vegetativo	80-85
Resistente	Fusarium y Antracnosis

Fuente: Nunhems. (2021)



Figura 3. Sandía Santanella

2.2.3. Adaptabilidad

La adaptabilidad de la siembra en el cultivo de sandía es un factor determinante que influye en el desarrollo de las plantas y en la productividad del cultivo. Una adaptabilidad adecuada permite un equilibrio entre el crecimiento vegetativo y la producción de frutos, optimizando el uso de recursos y mejorando la rentabilidad.

2.2.4. Valor nutricional

La sandía es muy apetecible por ser una fruta refrescante, rica en agua y sales. Es la fruta con mayor cantidad de agua, tiene un bajo contenido energético y en general pocos nutrientes, aunque contiene cantidades apreciables de diversas vitaminas y minerales (Reetu & Maharishi, 2017).

La sandía está compuesta por el 91% de agua y el 7% de carbohidratos, es rica en licopenos y citrulina, en su corteza contiene cantidades de citrulina. Además, tiene una gran cantidad de micronutrientes y vitaminas esenciales. (Reetu & Maharishi, 2017, pág.4). La sandía es un potente antioxidante que protege a las células del daño oxidativo y se asocia con un menor riesgo de enfermedades coronarias. Estudios demuestran que los extractos de sandía pueden ayudar a presión arterial, especialmente en adultos con obesidad, al mejorar la elasticidad de los vasos sanguíneos y disminuir la presión sistólica y diastólica.

La sandía aporta vitamina C y vitamina B6 nutrientes esenciales para el sistema inmunitario y para la generación de antioxidantes endógenos como el glutatión peroxidasa. Con más de su 90% de su peso y electrolitos, la sandía es ideal para mantener una correcta hidratación, sobre todo en climas cálidos o tras ejercicio intenso, su contenido en fibra dietética favorece la movilidad intestinal y contribuye a un tránsito regular.

Por ser antioxidante, el licopeno ha demostrado reducir la proliferación de celular de cancerígenas, los carotenos y otros fitoquímicos de la sandía de tumores de pulmón cavidad oral.

2.2.4.1. Vitaminas y minerales

Entre las vitaminas, la sandía destaca principalmente por su contenido de vitamina C (~5 mg/100) y provitamina A (carotenoides equivalentes a ~33 µg de retinol). También aporta pequeñas cantidades de vitaminas del grupo B (B6, tiamina B1, niacina B3 y

folatos). Estas vitaminas son antioxidantes y contribuyen a funciones como la formación de colágeno (vitamina C) y el metabolismo energético (vitaminas B).

En cuanto a minerales, la sandía es una buena fuente de potasio (~120 mg/100 g), importante para la contracción muscular y el balance de líquidos. También aporta magnesio (~11 mg) y fósforo (~5,5 mg). Contiene además calcio (7 mg) e hierro (0,3 mg) en cantidades modestas. Aunque en menor proporción, contiene manganeso (importante para huesos y sistema nervioso) y otros oligoelementos.

2.2.4.2. Fitonutrientes

La sandía es rica en compuestos bioactivos antioxidantes. Destaca su contenido en licopeno (~2,45 mg/100 g), pigmento carotenoide que le da su color rojo. El licopeno es un antioxidante potente asociado con la prevención de algunos cánceres (por ejemplo, de próstata) y con la salud. También contiene otros carotenoides (como luteína y betacaroteno) con acción. Asimismo, la sandía aporta citrulina, un aminoácido no esencial que funciona como vasodilatador natural, mejorando la circulación y contribuyendo a la salud cardiovasculares.

2.2.4.3. Requerimiento nutricional

La sandía requiere suelos con alta disponibilidad de nutrientes y abundante materia orgánica; por ello, es indispensable aportar regularmente tanto fertilizantes minerales como enmiendas orgánicas que preserven la fertilidad y la estructura del suelo (Malan, 2020). En este cultivo, el manejo de la fertilización constituye un pilar fundamental para lograr frutos de calidad superior, tanto en sus atributos físicos como organolépticos, lo cual se traduce en mayores rendimientos y una mejor rentabilidad para el productor (Piedrahita, 2016).

Para cubrir sus necesidades nutricionales, la sandía absorbe principalmente macronutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Además, incorpora en menor proporción diversos micronutrientes—entre ellos hierro (Fe), manganeso (Mn), boro (B), cobre (Cu), zinc (Zn) y molibdeno (Mo)—que, aunque se requieren en cantidades mínimas, son esenciales para procesos fisiológicos clave (Piedrahita, 2016).

Tabla 5. Densidades de siembra del cultivo de la sandía

Nutriente	Símbolo	Requerimiento (kg/ha)	Función
Nitrógeno	N	120–180	Crecimiento vegetativo y tamaño del fruto
Fósforo	P ₂ O ₅	60–100	Desarrollo radicular y floración
Potasio	K ₂ O	180–300	Dulzor y llenado del fruto
Calcio	Ca	80–150	Calidad de pulpa
Magnesio	Mg	30–60	Clorofila
Azufre	S	20–40	Proteínas
Hierro	Fe	2–5	Fotosíntesis
Manganeso	Mn	1–3	Metabolismo
Zinc	Zn	0.5–2	Crecimiento
Boro	B	0.5–1.5	Polinización
Cobre	Cu	0.2–0.5	Enzimas
Molibdeno	Mo	0.05–0.2	Asimilación de N

Fuente: FAO, 2015.

Según Salgado (2016), la estrategia de la fertilización de la sandía debe diseñarse a partir de un análisis previo del suelo y aplicarse en distintas etapas fenológicas para maximizar la eficiencia de los nutrientes. Se recomienda:

1. Fertilización de base (retasplante y floración inicial)

- Aplicar la totalidad de fósforo (P) y potasio (K) en dos dosis: la primera entre 20 y 30 días antes del trasplante y la segunda al inicio de la floración.

2. Fertilización nitrogenada fragmentada

- Repartir la dosis total de nitrógeno (N) en tres aplicaciones:
- Antes de la siembra (para favorecer el establecimiento de raíces).
- Justo antes del inicio de la floración (33–40 días después del trasplante).
- Al comienzo de la fructificación (pico de llenado de frutos).

Las etapas de mayor demanda de nutrientes coinciden con la emisión de guías e inicio de floración, así como con el llenado de los frutos; por ello, es en estos periodos cuando la planta requiere un suministro óptimo de elementos.

Dado que las características físicas, biológicas y, sobre todo, químicas del suelo varían considerablemente de una región a otra, es fundamental ajustar las dosis y el calendario de aplicación a las condiciones locales detectadas en el análisis de suelo. De esta manera se asegura un uso eficiente de los fertilizantes, se evita la sobre aplicación y se optimiza tanto el rendimiento como la calidad de la sandía

2.2.5. Densidad de la siembra

La densidad de siembra afecta directamente al rendimiento y a la calidad, es decir, altas densidades, pueden aumentar el rendimiento por hectárea debido a un mayor número de plantas, pero podría reducir el tamaño individual de los frutos y aumentar la competencia por recursos. Bajas densidades, favorecen al desarrollo de frutos más grandes y reducen las competencias entre plantas, pero podrían disminuir el rendimiento total por hectárea.

Tabla 6. Densidades de siembra del cultivo de la sandía

Sistemas de siembra	Distancias entre hileras	Distancia entre plantas	Densidad aproximada de plantas/ha
Tradicional amplio	2,00 – 2,5 m	1,0 – 1,5 m 0,8 – 1,0 m	2667 – 5000
Marco real (filas dobles)	2,0 -2,5 m entre calles 0,8 -1,0 m entre filas	0,8 – 1,0 m	3200 – 5000
Intensivo			4 500 – 5000

Fuente: Alcívar, (2020)

La densidad de siembra en el cultivo de sandía es un factor crucial que influye significativamente en el rendimiento y la calidad de los frutos. Una densidad adecuada permite un equilibrio entre el crecimiento vegetativo y la producción de frutos, optimizando el uso de recursos y mejorando la rentabilidad. En zonas con recursos hídricos limitados puede ser necesario reducir la densidad para minimizar la competencia por el agua, el riego por goteo permite una distribución más eficiente del agua, facilitando densidades mayores.

2.2.6. Plagas y enfermedades

La sandía (*Citrullus lanatus*), una fruta de gran importancia económica y nutricional en diversas regiones del mundo enfrenta múltiples desafíos fitosanitarios que afectan su desarrollo y productividad (Guerrero, 2018, pàg. 65). Entre estos, las enfermedades y plagas representan un factor limitante significativo para el rendimiento y la calidad del cultivo. El adecuado conocimiento y manejo de estos agentes nocivos es esencial para garantizar una producción sostenible, reducir pérdidas económicas y preservar la salud ambiental y humana (Tulcán, 2023).

Las enfermedades que afectan a la sandía pueden clasificarse en fúngicas, bacterianas, virales y causadas por nematodos. Una de las más destructivas es la fusariosis vascular (*Fusarium oxysporum f. sp. niveum*), que invade el sistema vascular

de la planta y provoca marchitamiento irreversible, especialmente en cultivos repetidos en suelos infectados. Esta enfermedad, de difícil control químico, obliga a la implementación de estrategias preventivas como la rotación de cultivos y el uso de variedades resistentes.

Asimismo, el mildiu veloso (*Pseudoperonospora cubensis*) y el oídio (*Podosphaera xanthii*) son enfermedades fúngicas comunes que prosperan en condiciones de alta humedad o calor seco, respectivamente, comprometiendo la fotosíntesis y debilitando las plantas. Las enfermedades virales, como el virus del mosaico del pepino (CMV), transmitido por pulgones, generan deformaciones foliares y reducen considerablemente el valor comercial de los frutos (Dfinnova, 2023).

Por otro lado, las plagas también constituyen una amenaza constante. Insectos como la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), los pulgones (*Aphis gossypii*, *Myzus persicae*) y los trips (*Frankliniella occidentalis*) no solo dañan la planta mediante la succión de savia, sino que actúan como vectores de virus. La araña roja (*Tetranychus urticae*), en condiciones de sequía, puede infestar rápidamente los cultivos, causando clorosis, necrosis y defoliación prematura. El control de estas plagas requiere una combinación de métodos biológicos, culturales y químicos, bajo el enfoque del manejo integrado de plagas (MIP), que busca minimizar el uso de pesticidas sintéticos y reducir la resistencia en las poblaciones de insectos.

Es fundamental destacar que la mayoría de los problemas fitosanitarios en la sandía están relacionados con malas prácticas agrícolas, como la sobreexplotación del suelo, la falta de rotación de cultivos y el uso excesivo de agroquímicos. Estos factores no solo favorecen la aparición y propagación de plagas y enfermedades, sino que también deterioran el agroecosistema y ponen en riesgo la salud del consumidor. (Alcivar, 2020) En este sentido, el manejo fitosanitario debe estar basado en la prevención, la capacitación de los agricultores y la adopción de tecnologías limpias, como el uso de biofungicidas, controladores biológicos y prácticas culturales sostenibles.

2.2.7. Épocas de siembra

2.2.7.1. Efectos del clima sobre los cultivos

Las plantas en su evolución se han adecuando a determinadas condiciones del clima, unas más resistentes a bajas temperaturas, otras requieren más calor, alguna más

humedad y otras menos. Esta adaptabilidad al clima hace que algunas hortalizas se desarrollen en primavera, otras en verano, otoño e incluso en invierno (Crawford & Abarca, 2017).

Para interpretar y realizar las siembras correctamente se debe ayudar con el calendario de siembra. Él indica la fecha correcta de siembra de cada especie. La experimentación con nuevos híbridos/variedades permite conocer cuáles son, dentro la misma especie o cultivo, las más adaptadas para cada época del año.

2.2.7.2. Requerimientos de temperatura y humedad

Los factores del tiempo son determinantes cómo: temperatura, vientos y humedad, el tiempo en si es el estado inmediato de la atmósfera en un momento dado, este se puede actualmente predecir con mucha exactitud. Para ello se requiere de elementos que miden y/o registran humedad ambiente, lluvias, vientos, temperaturas, evaporación (Crawford & Abarca, 2017). (Crawford & Abarca, 2017)

También se debe considerar el clima: El clima es resultante de las condiciones meteorológicas en un área determinada y condicionan el desarrollo de los vegetales.

El clima posee elementos que lo condicionan, ellos son:

- Temperatura
- Presión
- Nubosidad
- Vientos
- Humedad relativa
- Precipitaciones (agua, nieve, granizo)
- Luz solar (duración del día)

2.2.8. Fertilizantes

Los fertilizantes son sustancias naturales o sintéticas que se incorporan al suelo y a la planta para suministrar los nutrientes esenciales que estas requieren para su crecimiento, desarrollo y productividad. Su objetivo principal es corregir o prevenir deficiencias nutricionales y optimizar la salud y rendimiento del cultivo.

Los fertilizantes permiten y han permitido a lo largo de la historia producir cada vez más alimentos y con mejor calidad, sobre todo en cuanto al valor nutricional de los

productos cosechados. Esto puede evidenciarse con el tema de la deficiencia de zinc a nivel mundial, principalmente en la población infantil.

2.2.8.1. Fertilizantes NPK

Los fertilizantes NPK son uno de los tipos de fertilizantes más comunes y utilizados en la agricultura. Se denominan así porque están compuestos por tres macronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). La proporción de cada nutriente en un fertilizante NPK se indica mediante tres números, por ejemplo, 10-10-10. Esto significa que el fertilizante contiene un 10% de nitrógeno, un 10% de fósforo y un 10% de potasio FAO, (2015).

El nitrógeno es el principal responsable del crecimiento rápido de las plantas. Es esencial para la formación de proteínas, aminoácidos y clorofila, todos vitales para la fotosíntesis. Un suministro adecuado de nitrógeno garantiza que las plantas tengan hojas sanas y verdes, lo que aumenta su capacidad para captar la energía del sol y convertirla en alimento FAO, (2015).

El fósforo es crucial durante las primeras etapas del crecimiento de las plantas, especialmente en la formación y expansión del sistema radicular. También juega un papel importante en la floración y en la formación de semillas, lo que resulta en una mayor cantidad de frutos FAO, (2015).

El potasio ayuda a las plantas a resistir las condiciones adversas, como la sequía y las enfermedades. Este nutriente regula el uso del agua en las plantas y es esencial para la producción de azúcares y almidones, lo que mejora el sabor y la calidad de los frutos. Es fundamental seleccionar los fertilizantes NPK adecuados para cada tipo de cultivo y etapa de crecimiento. El equilibrio entre nitrógeno, fósforo y potasio varía según la especie vegetal y las condiciones del suelo FAO, (2015).

2.2.8.2. Fertilizante NPK 8-20-20

El abono de fórmula 8-20-20 es un fertilizante compuesto granular que aporta nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en proporciones 8%, 20% y 20%. En la mayoría de sus presentaciones comerciales, el nitrógeno es total (en forma amoniacal) y no lleva nitratos (por ejemplo, un análisis indica "8,0% amoniacal N, 0,0% nitrato N), el fósforo está expresado como P_2O_5 y la potasa como K_2O . En prácticas comunes, este N proviene en gran parte de compuestos amoniacales (p. ej. fosfato monoamónico – MAP), mientras que el P_2O_5 suele provenir de MAP y el K_2O de sulfato de potasio.

Adicionalmente este fertilizante suele incluir micronutrientes secundarios como CaO, MgO, S en pequeñas cantidades (según formulación), que refuerzan la estructura celular y la síntesis de clorofila, Agripac S.A.

1. Usos en cultivos hortícolas

El 8-20-20 se emplea principalmente en cultivos hortícolas de ciclo corto o trasplante donde se busca estimular el desarrollo radicular temprano y la floración. Por su alto contenido de fósforo y potasio, se utiliza como abono de arranque ("starter fertilizer") al momento de sembrar o trasplantar hortalizas como sandía, melón, pepino, tomate, pimiento, entre otras. Por ejemplo, en una guía técnica de sandía se recomienda aplicar este tipo de formulación a los 1–3 días del trasplante para favorecer el cuajado y crecimiento inicial. El fósforo en la fase temprana promueve el enraizamiento y la inducción floral, mientras que el potasio contribuye a la acumulación de azúcares en fruto y al vigor general del cultivo. En general, este fertilizante se emplea en la banda de cultivo (abono de fondo) o incorporado al suelo al inicio del cultivo. También es útil en frutales y ornamentales donde se requiere una fertilización rica en P y K para la formación de flores y frutos, INIAP (2025).

1. Recomendaciones prácticas de aplicación

De acuerdo con Fertisa, S.A.

- Dosis: La dosis típica de 8-20-20 en cultivos como la sandía es de aproximadamente 30–40 g por planta al trasplante. Esto equivale a unos 150–200 kg/ha si se plantan ~5 000 plantas/ha. En densidades mayores (p. ej. 10 000 plantas/ha) puede traducirse a ~300–400 kg/ha. Se recomienda hacer análisis de suelo previo para ajustar la dosis exacta según la fertilidad y necesidades del cultivo.
- Frecuencia: Normalmente se aplica una sola vez al inicio del cultivo (siembra o trasplante). En algunas prácticas se complementa con abonos de cobertura basados en nitrógeno (urea, nitrato) o fertirriego en etapas posteriores, pero el 8-20-20 en sí suele usarse como carga basal inicial.
- Métodos de aplicación: Lo más común es el abonado de fondo (en banda o tapado bajo la semilla) al plantar. Para maximizar la efectividad del fósforo, es mejor enterrar el fertilizante en el suelo o colocarlo en la banda de cultivo (~5 cm sobre/por debajo de la semilla). También puede emplearse en fertirriego,

disolviendo su equivalente soluble (o utilizando mezclas N-P-K solubles) en el agua de riego. No es típicamente un fertilizante foliar, aunque existen versiones hidrosolubles de fórmulas similares. En cualquier caso, se debe evitar el contacto directo con hojas o frutos concentrados, pues puede causar quemaduras por sales.

2. Beneficios específicos para el cultivo

El 8-20-20 aporta nutrientes esenciales que apoyan varias funciones fisiológicas clave:

- Nitrógeno (8%) favorece la síntesis de clorofila y proteínas, acelerando el crecimiento vegetativo inicial.
- Fósforo (20%) es crítico para la generación de energía (ATP) en raíces y brotes, estimulando un buen enraizamiento y la inducción de floración.
- Potasio (20%) mejora la traslocación de azúcares, la fotosíntesis activa y la calidad del fruto. En especial, el potasio eleva el contenido de azúcares, firmeza y vida de anaquel de frutos como sandías.
- Otros nutrientes (Ca, Mg, S) presentes en la mezcla fortalecen paredes celulares, corrigen deficiencias comunes y mejoran la resistencia al estrés.

En conjunto, un fertilizante balanceado como 8-20-20 aumenta el rendimiento total, el peso de los frutos y el índice de área foliar de los cultivos. Por ejemplo, fuentes comerciales señalan que al usarlo se incrementa el tamaño y dulzura de las sandías (más Brix), así como la consistencia de sus tejidos, favoreciendo fruta más sabrosa y mejor conservación. Se reporta igualmente mayor porcentaje de frutos cuajados y una vegetación más vigorosa en hortalizas trasplantadas tras su aplicación, Fertisa, S.A.

2.2.8.3 Fertilizantes 10 30 10

Fertisa S.A. Menciona que es un fertilizante completo en polvo quelatado para aplicación por vía foliar, que promueve y activa los procesos de enraizado, macollamiento, floración, fructificación y cuajado.

El fertilizante 10-30-10 (NPK) se usa principalmente en etapas tempranas del desarrollo de la sandía, antes y durante la floración, ya que su alto contenido de fósforo (30%) favorece el desarrollo radicular y la floración, mientras que el potasio (10%) y el nitrógeno (10%) equilibran el crecimiento vegetativo y reproductivo.

1. Etapa de aplicación

De acuerdo con Fertisa S.A. El fertilizante 10-30-10 se aplica en:

- Etapa de plántula y post-trasplante (días 10 a 20): para estimular raíces fuertes y crecimiento inicial.
- Inicio de floración (días 25–35): para promover floración abundante y buen cuajado de frutos.

Luego, se recomienda cambiar a un fertilizante con más potasio (como un 8-20-20 o 15-15-30) para el desarrollo y maduración del fruto.

2. Beneficios agronómicos

- Estimulación del enraizamiento:

El alto contenido de fósforo promueve una rápida y profunda formación de raíces, esencial para plántulas, trasplantes y cultivos perennes en etapa inicial.

- Incremento en la floración y cuajado:

La aplicación de fósforo en etapas previas o al inicio de la floración mejora la cantidad y calidad de flores, lo que se traduce en una mayor producción de frutos.

- Mejora general del vigor y la sanidad de la planta:

La interacción balanceada de N, P y K fortalece el sistema inmunológico vegetal, mejorando la resistencia a enfermedades y condiciones climáticas adversas.

- Ideal para la etapa de siembra o arranque del cultivo:

Se recomienda en la siembra directa, trasplante o establecimiento de cultivos, para asegurar un arranque fuerte y homogéneo.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque Cuantitativo

En el ámbito de la investigación, el enfoque cuantitativo representa una herramienta importante para el análisis de los datos, establecer relaciones causales entre las variables y fundamentar decisiones técnicas en base a datos medibles que permitirán razonar cada una de las variables estudiadas.

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2022), el enfoque cuantitativo se basa en la recolección y análisis de datos numéricos para responder preguntas específicas y probar hipótesis previamente formuladas. En este sentido, resulta especialmente útil para estudios que requieren evaluar diferencias.

Según Sampieri, Collado y Lucio (2014), este enfoque sigue un proceso secuencial, donde cada etapa depende de la anterior, lo cual garantiza la rigurosidad metodológica. En investigaciones agronómicas, este carácter estructurado permite mantener condiciones homogéneas y controlar las variables externas, asegurando que las diferencias observadas entre las variedades de sandía se deban a su genética y no a factores externos

Esta investigación tiene un enfoque de carácter cuantitativo ya que se toma de datos, análisis y la tabulación de variables de que fertilizante es el mejor para obtener un rendimiento por tratamiento adecuado, para realizar un análisis estadístico que ayudara a tomar decisiones sobre la hipótesis que planteamos.

3.1.2. Tipo de Investigación

3.1.2.1 Experimental

La investigación experimental es un tipo de estudio científico que se caracteriza por la manipulación intencionada de una o más variables independientes, con el fin de observar su efecto sobre una o más variables dependientes, bajo condiciones estrictamente controladas.

Según Sampieri, Collado y Lucio (2022), "La investigación experimental es aquella que pretende establecer relaciones causa-efecto entre variables mediante la manipulación intencionada de una variable independiente en condiciones controladas."

En este contexto, la investigación experimental se presenta como la metodología más adecuada para estudiar el cultivo de sandía, ya que permite manipular de manera controlada las variables que influyen en su adaptabilidad y productividad.

Además, la investigación experimental posibilita establecer relaciones causales entre las prácticas agrícolas y los resultados obtenidos, lo que contribuye a generar conocimiento aplicable y confiable para mejorar las técnicas de cultivo. Por ejemplo, al controlar variables externas y asignar aleatoriamente tratamientos a grupos experimentales y de control, se minimizan los sesgos y se incrementa la validez de los hallazgos.

3.2. HIPÓTESIS

3.2.1. Hipótesis nula (H_0)

No existen diferencias significativas en la respuesta agronómica, productiva y económica entre las variedades *Amphion F1*, *Champagne F1* y *Santanella* bajo los tratamientos de fertilización edáfica aplicados en el Centro Experimental Alonso Tadeo-UPEC.

3.2.2. Hipótesis afirmativa (H_a)

Existen diferencias significativas en la respuesta agronómica, productiva y económica entre las variedades *Amphion F1*, *Champagne F1* y *Santanella* como efecto de los tratamientos de fertilización edáfica.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Factor A: Fertilizante 8-20-20 y Fertilizante 10-30-10

Factor B: Variedades Champagne y Amphion

Testigo: Santanella 100% 8-20-20

3.3.1. Definición de variables

Variable Independiente

Variedades

- Variedad Champagne F1
- Variedad Amphion F1

Fertilizantes

- Fertilizante 8-20-20
- Fertilizante 10-30-10

Variable Dependiente

- Numero de flores
- Numero de guías
- Numero de hojas
- Numero de frutos
- Longitud de guías
- Peso del fruto
- Grados Brix
- Rendimiento de sandía (Champagne y Amphion)
- Costo/beneficio

3.3.2. Operacionalización de variables

Tabla 7. Variable independiente: Aplicación de fertilizantes químicos

Variable definición	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Variable independiente: Aplicación de dos fertilizantes químicos.	Fertilizante químico 8-20-20	Se aplico en dosis de 40 gr por planta	Observación	Medida de 40gr
	Fertilizante químico 10-30-10	Se aplico en dosis de 40gr por planta	Observación	Medida de 40gr
	Champagne F1	Color y forma del fruto	Observación	Manual
	Amphion F1	Color y forma del fruto	Observación	Manual
	Número de flores	Se conto a los 30 días después del trasplante.	Observación	Manual
	Número de guías	Se comenzó a contar a los 8 días después del trasplante	Observación	Manual
	Número de hojas	Se comenzó a contar a los 8 días después del trasplante	Observación	Manual
Variable dependiente: rendimiento de las dos variedades	Longitud de guías	Se comenzó a contar a los 8 días después del trasplante	Observación	Flexómetro
	Peso del fruto	Se peso después de la cosecha	Observación	Balanza
	Grados brix	Se midió después de la cosecha	Observación	Refractómetro
	Numero de frutos	Se conto después de la cosecha	Observación	Manual
	Rendimiento	Cantidad de producto	Observación	Libreta
Costo beneficio	Rentabilidad	Observación	Libreta	

Elaborado por: (Pozo, J. 20224.

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Localización del experimento

La presente investigación fue realizada en el Centro experimental Alonso Tadeo, cantón Mira, en la provincia de Carchi localizada al norte de Ecuador, en la zona geográfica conocida como región interandina, la cual presenta una serie de microclimas que promueve el desarrollo de una variada biodiversidad, igualmente, cuenta con una amplia extensión de suelo que permite diversificar la actividad

productiva en lo referente a la agricultura, , tiene una altitud media de 1399 metros sobre el nivel del mar con coordenadas de Lat. 0,601430 Lon. -78,129510, con una temperatura promedio de 24°C y una humedad relativa de hasta el 94%.

Tabla 8. Ubicación geográfica

Evaluación de la adaptabilidad de dos variedades de sandía (*Citrullus lanatus*) aplicando fertilización edáfica en el Centro Experimental Alonso Tadeo - UPEC



Fuente: Google earth, (2024)

3.4.2. Tratamientos

Tabla 9. Tratamientos del ensayo experimental

TRATAMIENTOS	VARIABLE + FERTILIZANTE	Dosificación
T5	Testigo + 8-20-20	1 hasta la 2
T1	Champagne + 8-20-20	40gr
T2	Champagne + 10-30-10	40gr
T3	Amphion + 8-20-20	40gr
T4	Amphion + 10-30-10	40gr

Fuente: (Pozo, J., 2024)

En el presente ensayo experimental se evaluó cinco tratamientos que combinan diferentes variedades Champagne y Amphion con dos tipos de fertilizantes (8-20-20 y 10-30-10) aplicados en distintas dosis por planta. Los tratamientos se aplicaron en cuatro dosis iguales durante el ciclo del cultivo, con el objetivo de determinar el efecto de estas combinaciones sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas.

El tratamiento control (T5), que consistió en la aplicación únicamente del fertilizante 8-20-20 a una dosis total de 40 g por planta, permitió establecer una línea base para comparar el efecto de los productos Champagne y Amphion. Los tratamientos T1 y

T3 emplearon el mismo fertilizante y misma dosis que el testigo, mientras que T2 y T4 utilizaron un fertilizante diferente (10-30-10) a una dosis de (40 g por planta).

La dosificación fraccionada en dos aplicaciones permitió una nutrición continua y equilibrada durante el desarrollo de las plantas, asegurando la disponibilidad de nutrientes y la interacción con los productos aplicados.

Este diseño experimental permitió comparar de manera clara y controlada los efectos de las variables independientes (tipo de producto y fertilizante) sobre las variables dependientes del estudio. Para ello, se utilizó un análisis estadístico que determine diferencias significativas entre tratamientos, permitiendo así identificar la combinación más eficiente para optimizar la fertilización y el uso de productos complementarios en el cultivo.

3.4.3. Características del diseño experimental

Tabla 10. Descripción del diseño experimental

Diseño de bloques completamente al azar 2x2+1	Dimensiones
Número de tratamientos	5
Número de repeticiones	4
Número de plantas por unidad experimental	24
Número total de unidades experimentales	20
Número total de plantas	480
Área total del experimento	816m ² (25.5m x 32m)
Unidad experimental parcela	36m (6m x 6m)
Distancia entre caminos	0.5m
Distancia entre planta	1m
Distancia entre surco	1.50m
Semilla por planta	1

Elaborado por: (Pozo, J., 2024)

Para evaluar la adaptabilidad de dos variedades de sandía bajo diferentes tratamientos de fertilización, se implementó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), en arreglo factorial AxB+1 con 5 tratamientos y 4 repeticiones, en donde el factor A estuvo compuesto por dos niveles (Variedad Champagne y Amphion) y el factor B por dos niveles (Fertilizantes 8-20-20 y 10-30-10), además se utilizó como testigo la variedad Santanella, dando un total de veinte unidades experimentales. considerado uno de los más adecuados para estudios agrícolas en campo, especialmente cuando existe una ligera variabilidad en el terreno.

El DBCA permitió controlar de forma efectiva las posibles fuentes de variación no controladas (como diferencias en textura del suelo o disponibilidad de agua), distribuyendo aleatoriamente los tratamientos dentro de cada bloque. Esto garantizó

La figura muestra una disposición de parcelas experimentales organizada en filas y columnas dentro de un área rectangular, correspondiente al ensayo de campo del cultivo de sandía.

- Los círculos azules representan el número total de planta mientas que los círculos amarillos representan en número de planta que se tomó en estudio, refiriéndose al área neta.
- Hay 4 hileras horizontales (surcos) y en cada una se ubican 6 plantas aproximadamente.
- El cuadro amarillo simboliza el límite del área experimental total.

3.4.5. Manejo experimental

3.4.5.1 Procedimiento

- Plantación de semillas en bandejas

Para proceder a la plantación de las semillas se procedió a preparar la turba que servirá como sustrato el cual se coloca en las bandejas de germinación, después de tener todo preparado se procede a colocar 1 semillas por cada celda y para tapar con una capa fina más de turba.

- Riego en bandejas de germinación

Se colocó aspersores pequeños por la parte aérea en donde se aplicó el agua pasando un día para que la turba permanezca con la humedad adecuada, y la semilla pueda germinar de la mejor manera y que su tasa de mortalidad sea mínima.

- Preparación del terreno

Se preparo el terreno que corresponde a la investigación, en donde se pasó el tractor con el arado para virar la capa superior y que quede la capa inferior en la superficie, después se pasó la rastra para triturar el suelo y quede listo para la siembra.

- División del área experimental

El área de estudio se dividió en 20 parcelas la cual consta de 5 tratamientos y cada uno con 4 repeticiones, las parcelas tienen un área de 36m² la cual se delimito con estacas, piola y un letrero en donde esta descrito su tratamiento y su respectiva repetición.

- Preparación de camas y trasplante

Se procedió al levantamiento de las camas en donde su dimensión es de 1m de ancho por 6 m de largo, después de haber terminado las camas se procedió al

realizar el trasplante de cada variedad en su respectiva parcela en donde se trasplanto a una distancia de 1m entre planta.

- Desinfección por drench

Después del trasplante se aplicó una desinfección por drench a la planta para prevenir plagas o enfermedades que dificulte al desarrollo del cultivo.

- Aplicación de fertilizante edáfico

A los 8 días después del trasplante se colocó 20g de fertilizante (8-20-20 y 10-30-10) en cada tratamiento, y antes de la floración se volvió aplicar 20g de fertilizante (8-20-20 y 10-30-10).

- Deshierbe y aporcado

El deshierbe se lo realizo a los 21 días después del trasplante de una forma manual para no afectar al cultivo y se aporca más tierra para que el cultivo pueda generar más raíces y sea más resistente.

- Riego por parcelas

Se aplico riego por gravedad en donde pasa agua por cada cama humedeciendo y refrescando a la planta, este proceso de riego se le daba pasando un día.

- Cosecha

La recolección de los frutos se realizó a partir de los 90-100 días después de la siembra dependiendo de las variedades se las clasifico en primera, segunda y tercera dependiendo del tamaño,

3.4.5.3 Variables en estudio

- Fertilización edáfica

Se evaluaron cinco tratamientos que combinaron distintos fertilizantes, utilizando formulas como, (8-20-20 y 10-30-10) aplicadas de forma manual, estos tratamientos incorporan diferentes variedades de sandia (Champagne F1, Amphion F1 y Santanella F1), lo que permitió comparar que la fertilización influyera en el crecimiento y rendimiento en el cultivo.

- Número de hojas

El conteo de hojas se realizó semanalmente después de una semana al trasplante hasta la séptima semana del ciclo vegetativo, mediante observación directa de cada planta. Este registro permitió monitorear la evolución del crecimiento foliar, identificando posibles variaciones entre tratamientos y evaluar el comportamiento inicial del cultivo frente a los diferentes esquemas de fertilización.

- Número de guías

El registro del número de guías se efectuó igualmente después de una semana del trasplante hasta la semana 7, mediante un conteo sistemático de las estructuras vengativas encargadas de sostener y dirigir el crecimiento rastreo de la sandía. Este seguimiento permitió evaluar la capacidad de ramificación de cada tratamiento y determinar cómo las distintas combinaciones de fertilización influyeron en la emisión, vigor y desarrollo de las guías.

- Longitud de guías

La medición de la longitud de las guías se realizó de manera semanal después de dos semanas del trasplante hasta la semana 7, empleando un escalímetro para garantizar precisión en los registros. Este procediendo permitió estimar el ritmo de crecimiento longitudinal de cada planta y analizar las diferencias en el desarrollo vegetativo entre variedades.

- Número de flores

El registro del número de flores se efectuó mediante observación directa de cada planta. este monitoreo permitió determinar con precisión el inicio de la fase reproductiva y evaluar la intensidad de floración en los distintos tratamientos. Asimismo, el conteo sistémico facilito identificar posibles variaciones en la producción floral asociadas a las variedades.

- Número de frutos

El registro del número de frutos se realizó durante tres semanas de cosechas programadas del experimento. Este seguimiento permitió evaluar con mayor precisión la productividad real de cada variedad en cada parcela.

- Peso del fruto

El peso individual de cada fruto se determinó en kilogramos durante las tres semanas de cosecha, empleando una balanza para asegurar exactitud en los registros. Esta medición permitió evaluar el tamaño de los frutos, compara el desempeño productivo de cada variedad y esquema de fertilización.

- Grados brix

Después de cada cosecha se procedió a la medición de los grados brix de cada variedad para identificar y observar cual de las variedades tiene mejor dulzor. (ver anexo tabla 37)

3.4.5.3 Materiales

- Estacas
- Letreros
- Piola
- Bandejas
- Turba
- Cuaderno de campo
- Fertilizante edáfico
- Bomba de mochila
- Azadón
- Balanza
- Flexómetro
- Calculadora
- Botas, guantes, overol, mascarilla
- Fungicidas

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de la información recolectada en campo, primero se verificó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro Wilks. De acuerdo con este diagnóstico, se determinó si las variables correspondían a un comportamiento paramétrico (p -valor $>0,05$) no paramétrico, (p -valor $<0,05$). En el caso de los datos con distribución paramétrica, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), complementando con la de comparación de medias de Tukey al 5% de significancia. Por otro lado, cuando los datos no cumplieron con los supuestos de normalidad, se empleó la prueba de Kruskal Wallis.

3.6. RESULTADOS

3.6.1. Prueba de normalidad Shapiro Wilks

Se realizó el análisis de datos, se verificó el supuesto de normalidad mediante la prueba de Shapiro Wilks (modificado), lo cual permitió determinar si los datos presentaban una distribución paramétrica o no paramétrica. Con base en estos resultados, se definió el tipo de análisis estadístico a aplicar, tal como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12. Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para las variables en estudio

Variable	N	Media	p(Unilateral D)
Semana 1 Hoja	20	4,44	0,1668 ns
Semana 2 Hoja	20	14,01	0,1976 ns
Semana 3 Hoja	20	35,15	0,1741 ns
Semana 4 Hoja	20	54,46	0,4525 ns
Semana 5 Hoja	20	65,47	0,7634 ns
Semana 6 Hoja	20	79,62	0,3217 ns
Semana 7 Hoja	20	72,38	0,6960 ns
Semana 1 número guías	20	1,06	<0,0001**
Semana 2 número guías	20	2,16	0,3236 ns
Semana 3 número guías	20	3,07	0,7726 ns
Semana 4 número guías	20	3,28	0,2975 ns
Semana 5 número guías	20	2,85	0,0708 ns
Semana 6 número guías	20	2,33	<0,0001**
Semana 7 número guías	20	3,14	<00001 **
Semana 3 número flores	20	1,71	0,0734 ns
Semana 4 número flores	20	7,57	0,1636 ns
Semana 5 número flores	20	5,5	0,0840 ns
Semana 6 número flores	20	1,97	0,1486 ns
Semana 7 número flores	20	0,7	0,6838 ns
Semana 2 longitud guías	20	27,82	0,8011 ns
Semana 3 longitud guías	20	62,52	0,6619 ns
Semana 4 longitud guías	20	104,1	0,7742 ns
Semana 5 longitud guías	20	142,16	0,4272 ns
Semana 6 longitud guías	20	178,85	0,9871 ns
Semana 7 longitud guías	20	191,65	0,0762 ns
Numero frutos 1 por cosecha	20	6,5	0,0198 *
Numero fruto 2 por cosecha	20	5,95	0,0021 **
Numero fruto 3 por cosecha	20	6,0	0,0030 **
Peso fruto 1	20	1,53	0,0316 *
Peso fruto 2	20	1,98	0,3969 ns
Peso fruto3	20	1,81	0,0565 ns
° brix toma 1	20	11,53	0,3111 ns
° brix toma 2	20	11,59	0,2032 ns
° brix toma 3	20	11,72	0,0493 *

Leyenda. *, **= No paramétrico, **ns** = Paramétricos

Una vez realizada el análisis de supuestos (normalidad) mediante la prueba de Shapiro Wilks se observa en la tabla 12, para las variables número de hojas, número de guías, número de flores, longitud de guías, peso del fruto y grados brix en todas las mediciones se consideran como datos paramétricos (p valor $>0,05$), mientras que para la variable número de frutos por cosecha se consideran datos no paramétricos (p valor $< 0,05$).

3.6.2. Numero de hojas

Tabla 13. Anova para la variable número de hojas por tratamiento por semana

Tratamiento	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6	Sem7
1Champagne 8-20-20	4,10 A	11,56 B	31,57 A	52,79 AB	68,63 AB	83,94 AB	73,97 A
2Champagne10-30-10	4,38 A	12,79 AB	28,13 A	51,60 B	59,91 AB	64,71 C	69,28 A
3 Amphion 8-20-20	4,63 A	15,75 A	40,67 A	56,36 AB	79,23 A	100,37 A	78,51 A
4Amphion10-30-10	4,23 A	14,70 AB	37,33 A	62,67 A	64,74 AB	79,43 BC	75,13 A
5Santanella 8-20-20	4,88 A	15,25 AB	38,07 A	48,88 A	54,86 B	69,66 BC	65,03 A
P valor	0,4390ns	0,0339 *	0,05 ns	0,0124*	0,0365*	0,0004**	0,5017ns
X número hojas	4,44	14,01	35,15	54,46	65,47	79,62	72,38
CV	14,02%	13,09%	15,89%	8,65%	14,83%	10,24%	15,49%

Leyenda. \bar{x} =promedio, *=diferencias estadísticas; **= diferencias estadísticas altamente significativas; ns= no diferencias estadísticas; CV=coeficiente de variación

En la prueba de ANOVA y Tukey al 5% para variable número de hojas por tratamiento por semana se observa que para la semana 2, 5, y 6 se observa diferencias estadísticas en donde el mejor tratamiento es T3 con una media de (15,75, 79,23 y 100,37 hojas respectivamente), y en la semana 4 el mejor tratamiento es el T4, con una media de 62,67 hojas y para la semana 1, 3 y 7 no hay diferencias estadísticas con un p -valor $> 0,05$, mientras que los coeficientes de variación por semana se encuentran dentro de un rango aceptable ($CV < 20\%$) para experimentos en el área agropecuaria con rangos que van desde el 8,65% al 15,89%.

3.6.2.1. Variedades

Tabla 14. Tukey al 5% para la variable número de hojas por variedad por semana

Variedades	Sem2	Sem4	Sem5	Sem6
Champagne	12,17 B	52,19 B	64,27 AB	74,33 AB
Amphion	15,23 AB	59,51 A	71,98 A	89,90 A
Santanella	15,25 A	48,88 B	54,86 B	69,66 B
P valor	0,0166*	0,0033**	0,0402*	0,0231*

Leyenda. *, **= No paramétrico, ns = Paramétricos

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable número de hojas por variedad por semana se observa que en la semana 2 la mejor es la Santanella con una media de 15,25 hojas y que en la semana 4,5 hojas y 6 la mejor es la variedad Amphion con una media 59,51, 71,78 y 89,90 respectivamente.

3.6.2.2. Fertilizantes

Tabla 15. Tukey al 5% para la variable número de hojas por fertilizante por semana

Fertilizante	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6	Sem7
8-20-20	4,53 A	14,19 A	36,77 A	52,67 A	67,57 A	84,66 A	72,50 A
10-30-30	4,30 A	13,74 A	32,73 A	57,13 A	62,32 A	72,07 A	72,20 A
P valor	0,7052ns	0,1241ns	0,3483ns	0,0577ns	0,1437ns	0,7052ns	0,1241ns

Leyenda. *, **= No paramétrico, ns = Paramétricos

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable número de hojas por fertilizante por semana se observa que no hay diferencias estadísticas entre fertilizantes, atribuyendo las diferencias observadas a la variedad más que al tipo de fertilizante.

3.6.3. Numero de guías

Tabla 16. Anova para la variable número de guías por tratamiento por semana

Tratamiento	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6	Sem7
1 Champagne 8-20-20	1,06 A	1,91 A	2,85 AB	3,19 AB	2,79 BC	2,38 B	3,13 A
2 Champagne 10-30-10	1,03 A	1,97 A	2,37 B	2,88 B	2,50 C	1,97 B	2,68 A
3 Amphion 8-20-20	1,07 A	2,33 A	3,75 A	3,66 A	3,04 AB	2,09 B	3,53 A
4 Amphion 10-30-10	1,13 A	1,92 A	3,07 AB	3,13 AB	2,59 BC	2,02 B	3,04 A
5 Santanella 8-20-20	1,00 A	2,66 A	3,32 A	3,55 AB	3,34 A	3,21 A	3,31 A
P valor	0,4730ns	0,05 ns	0,0055**	0,0339 *	0,0006**	0,0002**	0,2007 ns
X número de guías	1,06	2,16	3,07	3,28	3,20	2,33	3,14
CV	9,02%	15,58%	13,36%	10,08%	7,28%	11,60%	15,31%

Leyenda. \bar{x} =promedio, *=diferencias estadísticas; **= diferencias estadísticas altamente significativas; ns= no diferencias estadísticas; CV=coeficiente de variación

En la prueba de ANOVA y Tukey al 5% para variable número de guías por tratamiento por semana se observa que para la semana 3 y 4 se observa diferencias estadísticas (p-valor<0,05) en donde el mejor tratamiento es T3 con una media de (3,75, 3,66 número de guías respectivamente), y en la semana 5 y 6 el mejor tratamiento es el T5, con una media de 3,34, 3,21 número de guías y para la semana 1, 2 y 7 no hay

diferencias estadísticas con un p-valor mayor 0,05, mientras que los coeficientes de variación por semana se encuentran dentro de un rango aceptable (CV<20%) para experimentos en el área agropecuaria con rangos que van desde el 7,28% al 15,58%.

3.6.3.1. Variedades

Tabla 17. Tukey al 5% para la variable número de guías por variedad por semana

Variedades	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6
Champagne	2,61 B	3,03 A	2,64 B	2,17 B
Amphion	3,41 A	3,39 A	2,81 B	2,06 B
Santanella	3,32 A	3,55 A	3,34 A	3,21 A
P valor	0,0081**	0,0531ns	0,0037**	0,0001**

Leyenda. *, **= No paramétrico, ns = Paramétricos

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable número de guías por variedad por semana se observa que en la semana 3, la mejor variedad es la Amphion con una media 3,41 número de guías y la Santanella 3,32 número de guías, mientras que en la semana 5 y 6 la mejor variedad es la Santanella con una media 3,34, 3,21 número de guías respectivamente, mientras que en la semana 4 no hay diferencias estadísticas.

3.6.3.2. fertilizantes

Tabla 18. Tukey al 5% para la variable número de guías por fertilizante por semana

Fertilizante	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6
8-20-20	3,31 A	3,46 A	3,05 A	2,56 A
10-30-30	2,72 B	3,00 B	2,54 B	1,99 B
P valor	0,0255*	0,0069**	0,0011**	0,0156*

Leyenda. *, **= No paramétrico, ns = Paramétricos

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable número de guías por fertilizante por semana se observa que el mejor fertilizante es el 8-20-20 en la semana 3,4, 5 y 6 con medias de 3,31, 3,46, 3,05, 2,56 número de guías respectivamente. Con los datos analizados por tratamiento, variedad y fertilizante para la variable número de guías por semana se observa una interacción entre la variedad y el tipo de fertilizante utilizado, en donde la mejor interacción es la variedad Santanella y el fertilizante 8-20-20.

3.6.4. Número de flores

Tabla 19. ANOVA para la variable número de flores por tratamiento por semana

TRATAMIENTO	SEM3	SEM4	SEM5	SEM6	SEM7
1 Champagne 8-20-20	1,75 A	8,31 A	5,46 AB	2,13 AB	0,62 A
2 Champagne 10-30-10	1,63 A	7,51 A	5,21 AB	1,75 AB	0,63 A
3 Amphion 8-20-20	1,54 A	8,20 A	6,30 A	2,16 AB	0,75 A
4 Amphion 10-30-10	1,85 A	8,08 A	5,69 AB	2,20 A	0,75 A
5 Santanella 8-20-20	1,78 A	5,73 A	4,84 B	1,62 B	0,75 A
P valor	0,5583 ns	0,0753 ns	0,0149 *	0,0161*	0,1299 ns
X número de flores	1,71	7,57	5,5	1,98	0,7
CV	16,30%	16,95%	9,07%	12,58%	13,19%

Leyenda. \bar{x} =promedio, *=diferencias estadísticas; **= diferencias estadísticas altamente significativas; ns = no diferencias estadísticas; CV=coeficiente de variación

En la prueba de ANOVA y Tukey al 5% para variable número de flores por tratamiento por semana se observa que para la semana 5 hay diferencias estadísticas en donde el mejor tratamiento es T3 con una media de 6,30 flores, y en la semana 6 el mejor tratamiento es el T4, con una media de 2,20 flores y para la semana 3, 4 y 7 no hay diferencias estadísticas con un p-valor mayor 0,05, mientras que los coeficientes de variación por semana se encuentran dentro de un rango aceptable ($CV < 20\%$) para experimentos en el área agropecuaria con rangos que van desde el 9,07% al 16,95%.

3.6.4.1. Variedades

Tabla 20. Tukey al 5% para la variable número de flores por variedad por semana

Variedades	SEM5	SEM6
Champagne	5,33 AB	1,94 AB
Amphion	5,99 A	2,18 A
Santanella	4,84 B	1,62 B
P valor	0,0123*	0,0123*

Leyenda. *, **= No paramétrico, ns = Paramétricos

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable número de flores por variedad por semana se observa que en la semana 5 y 6, la mejor variedad es la Amphion con una media 5,99 flores y 2,18 flores respectivamente.

3.6.4.2. Fertilizantes

Tabla 21. Tukey al 5% para la variable número de flores por fertilizante por semana

Fertilizante	SEM5	SEM6
8-20-20	5,53 A	1,97 A
10-30-30	5,45 A	1,98 A
P valor	0,8014ns	0,9750ns

Leyenda. *, **= No paramétrico, ns = Paramétricos

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable número de guías por fertilizante por semana se observa que no hay diferencias estadísticas entre fertilizantes atribuyendo las diferencias observadas en los tratamientos a la variedad.

3.6.5. Longitud de guías

Tabla 22. Anova para la variable longitud de guías por tratamiento por semana

Tratamiento	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6	Sem7
1Champagne 8-20-20	28,64 AB	63,40 A	100,60 A	134,22 AB	167,83 A	166,95 B
2Champagne10-30-10	32,46 A	67,26 A	102,56 A	134,58 AB	166,60 A	176,61AB
3 Amphion 8-20-20	26,78 B	69,58 A	113,96 A	162,85 A	201,99 A	215,39AB
4 Amphion10-30-10	27,62 AB	57,40 A	99,07 A	129,07 B	173,07 A	192,58AB
5 Santanella 8-20-20	23,61 B	63,22 A	104,31 A	150,10 AB	184,75 A	230,95 A
P valor	0,0025**	0,6350 ns	0,6154 ns	0,0369*	0,2556 ns	0,0257*
X longitud guías	27,82cm	64,17cm	104,1cm	142,16cm	178,85cm	196,50cm
CV	8,26%	17,88%	13,59%	10,34%	13,38%	13,39%

Leyenda. \bar{x} =promedio, *=diferencias estadísticas; **= diferencias estadísticas altamente significativas; ns= no diferencias estadísticas; CV=coeficiente de variación

En la prueba de ANOVA y Tukey al 5% para variable longitud de guías por tratamiento por semana se observa que para la semana 2 hay diferencias estadísticas en donde el mejor tratamiento es T2 con una media de 32,46m, y en la semana 5 el mejor tratamiento es el T3, con una media de 162,85m y la semana 7 el mejor tratamiento es T5 con una media de 230,95m en longitud de guías y para la semana 3, 4 y 6 no hay diferencias estadísticas con un p-valor mayor 0,05, mientras que los coeficientes de variación por semana se encuentran dentro de un rango aceptable (CV<20%) para experimentos en el área agropecuaria con rangos que van desde el 8,26% al 17,88%.

3.6.5.1 Variables

Tabla 23. Tukey al 5% para la variable longitud de guías por variedad por semana

Variedades	SEM2	SEM5	SEM7
Champagne	30,55 A	134,40 A	171,78 B
Amphion	27,20 A	145,96 A	203,99 AB
Santanella	23,61 B	134,40 A	230,95 A
P valor	0,0007**	0,3119ns	0,0067**

Leyenda. *, **= No paramétrico, ns = Paramétricos

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de guías por variedad por semana se observa que en la semana 2, la mejor variedad es la Champagne con una media 30,55m y la Amphion 27,20m y en la semana 7 la mejor variedad es la Santanella con una media 230,95m respectivamente, y en la semana 5 no hay diferencias estadísticas.

3.6.5.2. fertilizantes

Tabla 24. Tukey al 5% para la variable longitud de guías por fertilizante por semana

Fertilizante	Sem1	Sem2	Sem3
8-20-20	26,34 B	149,06 A	204,43 A
10-30-30	30,04 A	131,82 B	184,60 A
P valor	0,0157*	0,0395*	0,2168ns

Leyenda. *, **= No paramétrico, ns = Paramétricos

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de guías por fertilizante por semana se observa que el mejor fertilizante es el 10-30-10 en la semana 2 con una media de 30,04 y en la semana 5 el mejor fertilizante es el 8-20-20 con una media 149,06 respectivamente.

Con los datos analizados por tratamiento, variedad y fertilizante para la variable longitud de guías por semana se observa una interacción entre la variedad y el tipo de fertilizante utilizado, en donde la mejor interacción es la variedad Santanella con cualquiera de los tipos de fertilizante utilizados en el estudio.

3.6.7. Peso del fruto

Tabla 25. ANOVA para la variable peso del fruto por tratamiento por cosecha

Tratamiento	Peso 1	Peso 2	Peso 3
1 Champagne 8-20-20	1,30 B	1,75 C	1,54 A
2 Champagne 10-30-10	1,23 B	1,43 C	1,61 A
3 Amphion 8-20-20	1,77 A	2,36 AB	2,07 A
4 Amphion 10-30-10	1,64 AB	2,48 A	2,07 A
5 Santanella 8-20-20	1,73 A	1,90 BC	1,76 A
P valor	0,0026**	0,0004**	0,5 ns
X peso del fruto	1,53Kg	1,98Kg	1,81Kg
CV	11,89%	12,87%	14,63%

Leyenda. \bar{x} =promedio, *=diferencias estadísticas; **= diferencias estadísticas altamente significativas; ns= no diferencias estadísticas; CV=coeficiente de variación

En la prueba de ANOVA y Tukey al 5% para variable peso del fruto por tratamiento por cosecha se observa que para el peso de la cosecha 1 hay diferencias estadísticas en donde el mejor tratamiento es T3 y el T5 con una media de 1,77kg, 1,73kg, y en el peso de la cosecha 2 el mejor tratamiento es el T4, con una media de 2,48kg y para el peso de frutos de la cosecha 3 no hay diferencias estadísticas con un p-valor mayor 0,05, mientras que los coeficientes de variación por cosecha se encuentran dentro de un rango aceptable (CV<20%) para experimentos en el área agropecuaria con rangos que van desde el 11,89% al 14,63%.

3.6.7.1. Variedades

Tabla 26. Tukey al 5% para la variable peso del fruto por variedad por cosecha

Variedades	Peso 1	Peso 2
Champagne	1,26 B	1,59 B
Amphion	1,70 A	2,42 A
Santanella	1,73 A	1,90 B
P valor	0,0005**	0,0001**

Leyenda. *, **= No paramétrico, ns = Paramétricos

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable peso del fruto por variedad se observa que en el peso 1 las mejores variedades fueron la Amphion con una media 1,70kg y la Santanella con una media 1,73kg, y en el peso 2 la mejor variable es la Amphion con una media 2,42 respectivamente.

3.6.7.2. Fertilizantes

Tabla 27. Tukey al 5% para la variable peso de fruto por fertilizante por semana

Fertilizante	Peso 1	Peso 2
8-20-20	1,60 A	2,00 A
10-30-30	1,43 A	1,96 A
P valor	0,2151ns	0,8447ns

Leyenda. *, **= No paramétrico, ns = Paramétricos

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable grados brix por fertilizante por semana se observa que En el peso 1 y 2 no hay diferencias estadísticas entre fertilizantes, atribuyendo las diferencias observadas en los tratamientos a la variedad.

3.6.8. Grados brix

Tabla 28. Anova para la variable ^a Grados Brix por tratamiento por cosecha

TRATAMIENTO	^a Brix 1	^a Brix2	^a Brix 3
1 Champagne 8-20-20	12,15 A	12,68 A	12,75 A
2 Champagne 10-30-10	12,75 A	12,53 A	12,15 AB
3 Amphion 8-20-20	10,88 BC	11,48 A	11,78 AB
4 Amphion 10-30-10	11,68 AB	11,45 A	11,60 B
5 Santanella 8-20-20	10,18 C	9,80 B	10,33 C
P valor	0,0002**	0,0005**	0,0001**
X brix	12,13 brix	11,59 brix	11,72 brix
CV	4,89%	5,95%	3,90%

Leyenda. \bar{x} =promedio, *=diferencias estadísticas; **= diferencias estadísticas altamente significativas; ns= no diferencias estadísticas; CV=coeficiente de variación

En la prueba de ANOVA y Tukey al 5% para variable grados brix por tratamiento por semana se observa que para los grados brix 1,2 y 3 hay diferencias estadísticas porque su valor de p-valor es < 0,05, en donde los grados brix 1 los mejores tratamientos son T1 y T2 con una media 12,15°, 12,75° brix respectivamente y en los grados brix 2 los mejores tratamiento son el T1, T2, T3, Y T4 con una media 12,68, 12,53, 11,48, 11,45 ° brix respectivamente, y en los grados brix 3 el mejor tratamiento es el T1 con una media 12,75° brix. Mientras que los coeficientes de variación por cosecha se encuentran dentro de un rango homogéneo (CV<5%) para experimentos en el área agropecuaria con rangos que van desde el 3,90% al 5,95%.

3.6.8.1. Variedades

Tabla 29. Tukey al 5% para la variable ° grados brix por variedad por cosecha

Variedades	° Brix 1	° Brix 2	° Brix 3
Champagne	12,45 A	12,60 A	12,45 A
Amphion	11,28 B	11,46 B	11,69 B
Santanella	10,18 C	9,80 C	10,33 C
P valor	0,0003**	0,0001**	0,0001**

Leyenda. *, **= No paramétrico, ns = Paramétricos

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable grados brix por variedad por cosecha se observa que los grados brix la mejor variedad es la Champagne observando que en los grados brix 1,2 y 3 tienen una media 12,45, 12,60 y 12,45 ° brix respectivamente.

3.6.8.2. Fertilizantes

Tabla 30. Tukey al 5% para la variable ° Grados Brix por fertilizante por cosecha

Fertilizante	° Brix 1	° Brix 2	° Brix 3
8-20-20	11,07 B	11,32 A	11,62 A
10-30-30	12,21 A	11,99 A	11,88 A
P valor	1,0199*	0,2293ns	0,5530ns

Leyenda. *, **= No paramétrico, ns = Paramétricos

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable grados brix por fertilizante por cosecha se observa que hay diferencias estadísticas en grados brix 1 que el mejor fertilizante es el 10-30-10 con una media 12, 21° brix, y en los grados brix 2 y 3 no hay diferencias estadísticas.

3.6.9. Numero de frutos

Tabla 31. Kruskal Wallis al 5% para la variable número de frutos por cosecha por tratamiento

TRATAMIENTO	Frutos 1	Frutos 2	Frutos 3
1 Champagne 8-20-20	6,5	7,00	7,00
2 Champagne 10-30-10	6,25	5,75	6,00
3 Amphion 8-20-20	6,5	6,00	5,5
4 Amphion 10-30-10	7,25	5,75	5,5
5 Santanella 8-20-20	6,00	5,25	6,00
P valor	0,4568ns	0,4568ns	0,4568ns
X número de frutos	6,50	5,95	6,00
C.V.	12,73%	13,88%	15,29%

Leyenda. \bar{x} =promedio, *=diferencias estadísticas; **= diferencias estadísticas altamente significativas; ns= no diferencias estadísticas; CV=coeficiente de variación

En la prueba de Kruskal Wallis para variable número de frutos por cosecha por tratamiento se observa que en el número de frutos 1 2 y k3 por cosecha no hay diferencias estadísticas con un p-valor mayor 0,05.

3.6.10. Rendimiento por tratamiento

Tabla 32. ANOVA para la variable rendimiento por tratamiento

Tratamiento	Rendimiento ton * ha ⁻¹
T1 Champagne 8-20-20	8,82 AB
T2 Champagne 10-30-10	7,14 B
T3 Amphion 8-20-20	10,36 A
T4 Amphion 10-30-10	10,44 A
T5 Santinella 8-20-20	8,64 AB
P – valor	0,0056**
X Promedio ton*ha ⁻¹	48,39
C.V.	11,99%

Leyenda. \bar{x} =promedio, *=diferencias estadísticas; **= diferencias estadísticas altamente significativas; ns= no diferencias estadísticas; CV=coeficiente de variación

En la prueba de ANOVA y Tukey al 5% para variable rendimiento por variedad por cosecha se observa que los mejores tratamientos son el T3 y T4 con la media de 10.36 **ton * ha⁻¹** y 10,44 **ton * ha⁻¹** respectivamente. El coeficiente se encuentra dentro de un rango aceptable (CV<20%) para experimentos en el área agropecuaria con rangos que van desde el 11,99%.

3.6.10.1. Variedades

Tabla 33. Tukey al 5% para la variable rendimiento por variedad

Variedad	RENDIMIENTO
Champagne	7,98 B
Amphion	10,40 A
Santanella	8,64 B
P valor	0,0409*

Leyenda. *, **= No paramétrico, ns = Paramétricos

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento por variedad se observa que la mejor variedad es la Amphion con una media 10,40 **ton * ha⁻¹**.

3.6.10.2. Fertilizantes

Tabla 34. Tukey al 5% para la variable rendimiento por fertilizante

Fertilizantes	RENDIMIENTO
8-20-20	9,27 A
10-30-10	8,79 A
P valor	0,1873ns

Leyenda. *, **= No paramétrico, ns = Paramétricos

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento por fertilizante se observa que no hay diferencias estadísticas entre fertilizantes, atribuyendo las diferencias observadas a la variedad más que al tipo de fertilizante.

3.6.11. Costo beneficio

Tabla 35. Costo Beneficio del cultivo de sandía

Tratamientos	Costo Manejo USD	Costo semilla USD	Fertilización USD	Costo Total USD	Producción Unidad	Rendimiento Unidad	Valor Venta USD	Costo/Beneficio
T1 Champagne f1 8-20-20	4103,8	500	576	5179,8	6,83	34150	51225	9,89
T2 Champagne F1 10-30-10	4103,8	500	540	5143,8	6	30000	45000	8,75
T3 Amphion F1 8-20-20	4139,8	500	576	5215,8	6	30000	75000	14,38
T4 Amphion F1 10-30-10	4139,8	500	540	5179,8	6,16	30800	77000	14,87
T5 Santanella 8-20-20	4253,8	350	576	5179,8	5,75	28750	57500	11,10

En el análisis costo beneficio de los siguientes tratamientos muestran diferencias en la rentabilidad y la eficiencia, los mejores tratamientos son el T3 y T4 con un valor de venta de 75000usd y 77000usd, respectivamente con un costo beneficio de 14,38 y 14,87. (ver anexo Tabla 38)

3.7. DISCUSIONES

En relación con los estudios de adaptabilidad, los resultados de Tulcán (2023) aportan un criterio ambiental relevante para interpretar los hallazgos de la presente investigación. Dicho autor determinó que, aunque variedades como River Side F1 y Charleston Gray presentan mismas características que la variedad (Amphion y Santanella) la cual presenta buenos porcentajes de germinación en condiciones controladas, su capacidad productiva se ve drásticamente afectada en altitudes elevadas y temperaturas mínimas inferiores a 10 °C. En su investigación, la falta de producción a 2 356 msnm y temperaturas mínimas de 7 °C contrasta con los resultados de Carrillo (2020), quien sí obtuvo producción a 2 400 m.s.n.m. pero bajo condiciones térmicas más favorables. Esto evidencia que diferencias de incluso 2–3 °C pueden determinar el éxito o fracaso del cultivo.

Cuando se comparan estos antecedentes con los resultados de la presente investigación, se observa que los híbridos evaluados mostraron una mejor adaptación relativa, reflejada tanto en su desarrollo foliar como en el rendimiento obtenido. Ello sugiere que el material genético utilizado posee una tolerancia mayor a las condiciones agroclimáticas locales o que la zona de estudio presenta microclimas más estables y adecuados para el cultivo. No obstante, al igual que en los estudios citados, se observó que no todos los híbridos respondieron de igual manera, lo que resalta la importancia de realizar evaluaciones comparativas bajo condiciones reales de producción.

3.7.1. Número de hoja por variedad (Perez & Gomez, 2019)

El número de hojas es un indicador clave del vigor vegetativo y del potencial fotosintético de la planta de sandía, por lo que constituye una variable determinante para evaluar la adaptabilidad y el desempeño de las variedades e híbridos analizados (Perez & Gomez, 2019, pàg.21).

En la investigación realizada por Morocho (2022), se determinò que la emisión de hojas estuvo influenciada por interacción entre el híbrido y la distancia de siembra. Los híbridos establecidos en distancias más amplias desarrollaron un mayor número de hojas debido a la reducción de competencias por luz nutrientes y espacios radicular. De manera similar en el presente estudio se observó una respuesta diferenciada entre las variedades. La variedad Sentinella presentó un mayor número de hojas durante

las primeras etapas del cultivo, lo que sugiere una mayor rapidez en la emergencia y establecimiento vegetativo. Por otro lado, la variedad Amphion mostró un crecimiento progresivo y sostenido en las semanas 4, 5 y 6, registrando las medias más altas 59,51; 71,78 y 89,90 hojas, respectivamente. Este patrón coincide con lo señalado en Los Sachas, donde ciertos híbridos destacaron en las etapas intermedias y avanzadas del ciclo por su mayor capacidad de expansión foliar.

Estas similitudes sugieren que el número de hojas no solo depende del genotipo, sino también de la interacción con factores ambientales como la temperatura, la humedad relativa, la radiación solar y la disponibilidad de nutrientes, elementos que influyen directamente en la tasa de crecimiento foliar (Cedeño & Morales, 2017, pág. 12).

Asimismo, el incremento sostenido del número de hojas observado en la variedad Amphion podría atribuirse a una mayor eficiencia fisiológica, permitiéndole mantener un crecimiento continuo aun bajo variaciones ambientales. Esto coincide con los hallazgos del estudio Morocho (2022) donde los híbridos más vigorosos desarrollaron una mayor superficie foliar, lo cual contribuyó positivamente al rendimiento final debido al incremento de la capacidad fotosintética.

3.7.2. Fertilizantes por variedad y número de guías

Los resultados obtenidos para la variable número de guías evidenciaron que el fertilizante 8-20-20 registró las mayores medias en las semanas 3, 4, 5 y 6, la prueba de Tukey al 5% no mostró diferencias significativas entre los fertilizantes. Este comportamiento sugiere que la variabilidad observada no se explica por la fertilización, sino por la influencia del factor varietal. En este sentido, la variedad Santinella mostró un desempeño superior en la emisión de guías, coincidiendo con lo señalado por Alcívar (2025), quienes destacan que las diferencias vegetativas entre híbridos de sandía responden principalmente al componente genético.

El análisis de interacción entre variedad y fertilizante confirmó este resultado, puesto que Santinella mostró un comportamiento favorable con cualquiera de los fertilizantes evaluados. Esto concuerda con estudios realizados en Ecuador, donde se ha evidenciado que los híbridos de sandía exhiben respuestas diferenciadas en vigor vegetativo, longitud de guías y rendimiento, independientemente de la fertilización, tal como lo señala Ochoa (2014). (Ochoa, 2014)

Respecto a la variable longitud de guías, la respuesta fue dependiente de la etapa fenológica. En la semana 2, el fertilizante 10-30-10 promovió la mayor longitud de guía, lo cual puede atribuirse a su mayor contenido de fósforo, nutriente estrechamente relacionado con el crecimiento inicial y la expansión de brotes. En contraste, en la semana 5, la formulación 8-20-20 presentó el mejor desempeño, sugiriendo un efecto sostenido sobre el crecimiento vegetativo en etapas intermedias. Encontrando que la disponibilidad de nitrógeno, en equilibrio con P y K, incrementa el crecimiento vegetativo y el número de frutos (Trani, 2012).

Asimismo, los resultados coinciden con el estudio desarrollado por Morocho (2022), en el cantón Joya de Los Sachas, donde se evaluaron tres híbridos y tres distancias de siembra, en el cual documentó diferencias significativas en número de guías, longitud de guías y floración, reafirmando que la genética del híbrido es uno de los factores que más influye en el comportamiento agronómico del cultivo. La coincidencia entre ambos trabajos sugiere que la respuesta de la sandía, bajo las condiciones edafoclimáticas del Oriente ecuatoriano, depende más de la variedad que de las prácticas de fertilización.

En conjunto, estos resultados respaldan la idea de que el manejo agronómico óptimo en sandía debe considerar prioritariamente la selección adecuada del híbrido, mientras que la fertilización debe ajustarse al estado fenológico y necesidades nutricionales específicas (Mango, 2022, pág.12). (Mango, 2022)

3.7.3. Número de guías por variedad

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% para la variable número de guías por variedad indican que la expresión vegetativa de las plantas de sandía presenta variaciones significativas según el genotipo y la etapa fenológica. En la semana 3, la variedad Amphion mostró el mayor desarrollo vegetativo, con una media de 3,41 guías, seguida de Santinella, con 3,32 guías, lo que evidencia un crecimiento temprano más vigoroso en estas variedades.

Este comportamiento coincide con lo descrito por Alcívar (2020), quien señala que los híbridos con mayor vigor inicial tienden a expresar un mayor número de estructuras vegetativas durante las primeras semanas del ciclo, lo cual favorece la formación anticipada de guías primarias y secundarias.

En contraste, en las semanas 5 y 6, la variedad Santinella se posicionó como la más destacada, con medias de 3,34 y 3,21 guías, respectivamente. Este resultado sugiere que, aunque Amphion inicia con un crecimiento más acelerado, Santinella mantiene una mayor estabilidad vegetativa en etapas medias del desarrollo. Hallazgos similares fueron encontrados por Torres et al. (2021), quienes observaron que ciertos híbridos de sandía muestran un crecimiento compensatorio en semanas intermedias, incrementando el número de guías conforme avanza el establecimiento del sistema radicular y las condiciones de asimilación de nutrientes (Torres, 2021).

Por otra parte, en la semana 4 no se registraron diferencias estadísticas significativas entre las variedades, lo que podría estar asociado a un periodo de ajuste fisiológico entre la fase de expansión foliar y el inicio de diferenciación reproductiva. Resultados análogos fueron señalados por García y López (2019), quienes mencionan que en este periodo es común observar uniformidad entre híbridos debido a que la planta prioriza la distribución de fotoasimilados hacia estructuras internas antes de retomar su expansión vegetativa (pág.12). (García, 2019)

En conjunto, los resultados confirman que la respuesta en el número de guías depende tanto de la genética como de la etapa de desarrollo, reflejando lo que diferentes autores han reportado sobre la plasticidad morfofisiológica de la sandía frente a factores de manejo y condiciones de crecimiento. Asimismo, estos hallazgos contribuyen a identificar las variedades con mayor estabilidad vegetativa, lo cual es fundamental para definir estrategias de fertilización, conducción y espaciamiento que optimicen el rendimiento del cultivo.

3.7.4. Número de flores por variedad

Los resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5% para el número de flores por variedad revelan que la variedad Amphion expresó el mayor potencial reproductivo durante las semanas 5 y 6, alcanzando medias de 5,99 flores y 2,18 flores, respectivamente. Este comportamiento indica que Amphion posee una mayor precocidad floral y un ritmo reproductivo más estable respecto a las otras variedades evaluadas, lo cual podría atribuirse a características genéticas propias asociadas a una mayor eficiencia en la transición de fase vegetativa a reproductiva.

Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Alcívar (2020), quien reportó que ciertos híbridos de sandía muestran diferencias significativas en la emisión de estructuras

reproductivas, asociadas principalmente a su capacidad genética para adaptarse a las condiciones edafoclimáticas locales. En su estudio, los híbridos con mejor respuesta agronómica también fueron aquellos que registraron mayor número de flores femeninas y buena sincronía floral, lo cual favoreció su rendimiento final.

De igual manera, estudios sobre comportamiento floral en sandía, como el desarrollado por Martínez et al. (2018), señalan que la floración depende tanto del manejo agronómico como de la genética, destacando que los híbridos con mayor vigor fisiológico suelen emitir más flores funcionales durante el periodo crítico de reproducción. En relación con ello, los valores superiores registrados en Amphion podrían ser indicativos de un vigor reproductivo robusto que le permite sostener una mayor carga floral incluso en etapas medias del ciclo (pág.32).(Martínez, 2018)

En conjunto, la evidencia coincide en que la mayor floración observada en Amphion durante las semanas evaluadas respalda su potencial agronómico, posicionándola como una variedad con ventajas en términos de productividad reproductiva bajo las condiciones de manejo del presente estudio. No obstante, sería pertinente evaluar si este incremento en flores se refleja proporcionalmente en mayor cuajado y rendimiento final, considerando que la eficiencia reproductiva en cucurbitáceas depende también de factores como la disponibilidad de polinizadores, nutrición y condiciones ambientales.

3.7.5. Longitud de guías por variedad

La longitud de guías constituye un indicador fundamental del vigor vegetativo en sandía, ya que determina el potencial de exploración del área foliar, la eficiencia en la interceptación de radiación y, en consecuencia, el rendimiento potencial del cultivo. (Cedeño & Morales, 2017). En el presente estudio, la prueba de Tukey al 5% reveló diferencias significativas en el comportamiento de las variedades a lo largo del ciclo.

En la semana 2, la variedad Champagne registró la mayor longitud de guías con un promedio de 30,55 m, seguida de Amphion con 27,20 m, lo que evidencia un crecimiento inicial más acelerado en ambas variedades. Este comportamiento podría asociarse a la expresión genética del vigor y a la adaptabilidad de estas variedades a las condiciones del ensayo.

En la semana 7, la variedad Santinella mostró el mayor desarrollo vegetativo con una media de 230,95 m, superando significativamente al resto. Este resultado sugiere que

Santinella manifiesta un crecimiento más tardío pero acelerado, lo que coincide con lo reportado por investigaciones que describen a ciertos híbridos como vigorosos durante etapas avanzadas del ciclo vegetativo (Zambrano et al., 2019). Esta característica puede ser ventajosa en ambientes donde las condiciones de fertilidad y humedad favorecen un crecimiento prolongado.

Por otro lado, en la semana 5 no se detectaron diferencias estadísticas entre las variedades evaluadas, lo que indica una etapa de crecimiento comparable independientemente del genotipo. Esto es consistente con lo señalado por Jiménez y Mena (2018), quienes describen fases intermedias del desarrollo de sandía donde la tasa de crecimiento de guías tiende a estabilizarse debido al equilibrio temporal entre crecimiento vegetativo y diferenciación reproductiva (pág.72).

3.7.6. Peso de fruto por variedad

La evaluación del peso del fruto por variedad, mediante la prueba de Tukey al 5%, evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los materiales genéticos evaluados. En la primera medición peso 1, las variedades Amphion 1,70 kg y Santinella 1,73 kg obtuvieron los valores más altos, lo que refleja una mayor eficiencia fisiológica durante las etapas tempranas del desarrollo del fruto. Posteriormente, en la segunda medición peso 2, la variedad Amphion demostró un incremento notable, alcanzando una media de 2,42 kg, consolidándose como la variedad con mejor desempeño en la fase de llenado y maduración del fruto.

El comportamiento mostrado por Amphion puede atribuirse a factores genéticos que favorecen la acumulación de biomasa y la estabilidad productiva, aun bajo condiciones ambientales variables. Las diferencias observadas entre variedades sugieren que la eficiencia en la redistribución de fotoasimilados hacia el fruto es un componente determinante del rendimiento final, especialmente en híbridos con mayor vigor vegetativo y estructura foliar robusta.

Estos resultados son consistentes con los reportados por diversos autores. Alcívar (2020), señaló diferencias significativas en el peso del fruto entre híbridos de sandía, destacando que aquellos con mejor adaptación y uniformidad fisiológica alcanzaron rendimientos superiores a 3 kg por fruto. Este patrón coincide con el desempeño de Amphion, que mostró un crecimiento progresivo y sostenido entre ambos momentos de evaluación.

De igual manera, Romero et al. (2019), reportaron que los híbridos con mayor vigor y capacidad fotosintética tienden a producir frutos de mayor peso debido a una mejor eficiencia en el transporte de carbohidratos hacia los órganos reproductivos. Este comportamiento explica los valores iniciales superiores observados en Santinella durante el peso 1, aunque su rendimiento no se mantuvo con la misma intensidad en la segunda medición. (González, 2018)

Asimismo, González y Paredes (2018), argumentan que el peso del fruto está fuertemente influenciado por la tasa de crecimiento vegetativo inicial y por características genéticas propias de cada material, especialmente cuando se desarrollan en condiciones edafoclimáticas favorables. Esto coincide con la tendencia observada en el presente estudio, donde Amphion mostró mayor estabilidad y capacidad productiva en el tiempo, convirtiéndose en la variedad más sobresaliente en términos de peso final del fruto.

3.7.7. Grados brix por variedad

En el presente estudio, la prueba de Tukey al 5% para la variable grados Brix por variedad y por cosecha evidenció que la variedad Champagne presentó consistentemente los valores más altos de sólidos solubles, con medias de 12,45°, 12,60° y 12,45° Brix en las cosechas 1, 2 y 3, respectivamente. Estos resultados indican una mayor concentración de azúcares en los frutos, lo que se traduce en mejor calidad organoléptica y mayor aceptación comercial. La estabilidad de los valores Brix en las tres cosechas sugiere que esta variedad posee una genética favorable para la acumulación de azúcares, independientemente de variaciones ambientales moderadas.

Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Alvarado et al. (2020), quienes reportan que las variedades de sandía con mayor potencial genético suelen mantener valores de sólidos solubles superiores a 11° Brix bajo condiciones de manejo adecuadas. De manera similar, Gómez y Rivera (2019), encontraron que las variedades tipo "Crimson Sweet" y sus híbridos presentan altos valores de Brix cuando disponen de adecuado balance hídrico y nutricional, alcanzando niveles entre 11° y 13° Brix, lo cual se alinea con los valores obtenidos para Champagne en la presente investigación.

Por otra parte, Mendoza y Castillo (2021), destacan que el contenido de sólidos solubles es fuertemente influido por la variedad, pero también señalan que factores

como la intensidad lumínica y la disponibilidad de potasio pueden modificar significativamente el Brix. No obstante, en este estudio se observa que Champagne mantiene valores superiores incluso frente a variedades conocidas por su buen desempeño en dulzor, lo que reafirma su potencial para sistemas productivos orientados a mercados que priorizan la calidad interna del fruto.

Asimismo, los resultados concuerdan con la investigación realizada en el cantón Joya de los Sachas, donde se documentó que la variabilidad genética entre híbridos influye de manera determinante en la acumulación de azúcares, registrándose diferencias estadísticamente significativas entre variedades (Pérez, 2018). Esto confirma que el comportamiento de Champagne es consistente con la tendencia general documentada en estudios previos, ubicándose entre las variedades con mayor dulzor.

3.7.8. Rendimiento por variedad

De acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento por variedad, se determinó que la variedad Amphion presentó el mayor rendimiento, alcanzando una media de 10,40 t·ha⁻¹. Este nivel de productividad evidencia un adecuado desempeño agronómico de la variedad bajo las condiciones del presente estudio, reflejando buena adaptación al manejo implementado y eficiencia en la utilización de recursos como agua y nutrientes.

La superioridad del rendimiento de Amphion concuerda con estudios previos que destacan la importancia del componente genético en la productividad de sandía. Por ejemplo, Alcívar et al. (2019), reportaron que los híbridos con mayor vigor vegetativo y estabilidad fenotípica alcanzan rendimientos superiores a 10 t·ha⁻¹, especialmente bajo condiciones tropicales. De manera similar, Rengifo y Salazar (2020), observaron rendimientos entre 9 y 12 t·ha⁻¹ en híbridos comerciales, concluyendo que las diferencias entre variedades están directamente relacionadas con su capacidad para sostener un crecimiento continuo y asegurar un adecuado llenado del fruto.

Por otra parte, en la investigación realizada Morocho (2022), se encontró que los híbridos evaluados mostraron variabilidad significativa en rendimiento, con valores que oscilaron entre 7,5 y 11,8 t·ha⁻¹, lo que coincide con el rango alcanzado por Amphion en el presente estudio (Pérez, 2018).

Además, Mendoza y Castillo (2021), señalan que el rendimiento en sandía no solo depende de la genética, sino también de la interacción con factores ambientales como temperatura, luminosidad y disponibilidad de potasio, nutrientes que favorecen el desarrollo de frutos de mayor tamaño y peso. En este sentido, el desempeño de Amphion demuestra su capacidad para expresar su potencial productivo aun frente a las variaciones ambientales típicas de zonas tropicales.

En conjunto, la evidencia científica respalda que la variedad Amphion constituye una alternativa productiva eficiente, capaz de ofrecer rendimientos competitivos frente a otras variedades e híbridos reportados en la literatura agronómica. Su comportamiento sugiere un alto potencial para sistemas de producción que buscan maximizar la productividad sin comprometer la estabilidad del cultivo.

Estos resultados confirman que la incorporación de análisis estadísticos como ANOVA y Tukey no solo permite validar diferencias reales entre tratamientos, sino que también proporciona criterios sólidos para la toma de decisiones agronómicas relacionadas con la selección de híbridos de sandía más eficientes. Además, la comparación con estudios previos fortalece la validez de los resultados, indicando que los patrones obtenidos no son aislados, sino consistentes con el comportamiento esperado para este cultivo bajo condiciones tropicales.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- En las variables número de hojas, número de flores, peso del fruto y rendimiento se observa diferencias estadísticas a nivel de variedades, en donde la mejor variedad es la Amphion, además no se muestra diferencias estadísticas para los fertilizantes evaluados.
- Para la variable grados Brix se observa diferencias estadísticas entre tratamientos, en donde la variedad Champagne y la fertilización con 8-20-20 fue el mejor resultado obtuvo.
- La variedad Santanella fue la que mejores resultados presentó para las variables número y longitud de guías,
- En el análisis de costo beneficio se observa que los mejores índices se presentaron con la variedad Amphion con 8-20-20 y 10-30-10, con valores de 14,38 y 14,87 respectivamente

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para las condiciones del Centro Experimental Alonso Tadeo. la siembra de la variedad Amphion con fertilización química edáfica ya que obtuvo los mejores rendimientos y relación costo beneficio, esto a pesar de que ninguna de las variedades en estudio alcanzó los valores de peso y rendimiento declarado en la ficha técnica de cada una, pudiendo atribuirse esto a las condiciones semiáridas del Centro Experimental Alonso Tadeo, por lo que al realizar la siembra de sandías debe utilizarse bajo un régimen de riego efectivo en cantidad y frecuencia.
- Se recomienda realizar futuras investigaciones con sandía en el Centro Experimental Alonso Tadeo, evaluando variables fitosanitarias y de régimen de riego para determinar la variedad que mejor adaptabilidad presenta.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- Acquaah, G. (2012). *Principles of plant genetics and breeding* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Alcivar, W. (20 de 03 de 2020). *Evaluación del comportamiento de tres híbridos de sandía en el cantón Valencia*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/14303/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-158.pdf>
- Barba, A., Cogley, A., & Gordon, R. (2016). *Manejo Integral de insectos picadores y chupadores en el cultivo de sandía*. Obtenido de [zesearchgate.net/publication/311964310_Manejo_Integral_de_insectos_picadores_y_chupadores_en_el_cultivo_de_sandia](https://www.researchgate.net/publication/311964310_Manejo_Integral_de_insectos_picadores_y_chupadores_en_el_cultivo_de_sandia)
- Cedeño, R., & Morales, V. (2017). *actores ambientales en el crecimiento de cucurbitáceas*. Revista Agropecuaria Tropical.
- Crawford, H., & Abarca, P. (2017). *Instituto de Investigaciones Agropecuarias*. Chile.
- Dfinnova. (2023). *Dfinnova*. Obtenido de <https://dfinnova.com/2023/03/22/la-sandia-la-fruta-deseada/>
- Food and Agriculture Organization. (2018). *Food and Agriculture Organization*. FAO. Obtenido de Food and Agriculture Organization.
- Fundación Charles Darwin. (27 de 2 de 2025). *Base de datos especies de Galápagos*. Obtenido de Fundación Charles Darwin: <https://datazone.darwinfoundation.org/es/checklist/?species=403>
- García, P. &. (2019). *Dinámica del crecimiento vegetativo en híbridos de sandía bajo condiciones tropicales*. Obtenido de Journal of Agricultural Research.
- González, M. &. (2018). *Influencia del vigor vegetativo en el rendimiento de frutos de sandía bajo condiciones tropicales*. Revista Agroproductividad.
- Guerrero, J. (2018). *“Efecto de la aplicación de tres dosis de calcio en rendimiento y calidad de dos*. Obtenido de Universidad Técnica de Babahoyo : <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/4365/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000079.pdf?sequence=1>
- INIA. (2017).

- Mango, S. (2022). *Comportamiento agronómico de cuatro cultivares de sandía (Citrullus lanatus) en condiciones edafoclimáticas de zona árida*. Obtenido de Universidad de Arequipa : https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSA_f12526b31ae968bbdb1b8fd14b67546a
- MAPA, M. d. (3 de 6 de 2014). *MAPA* . Obtenido de MAPA : https://www.mapa.gob.es/eu/ministerio/servicios/informacion/sandia_tcm35-103024.pdf
- Martínez, L. R. (2018). *Dinámica floral y rendimiento en híbridos de sandía bajo condiciones tropicales*. Revista de Ciencias Agrícolas.
- Montero, W. (2025). *Universidad Tecnica de Babahoyo* . Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a889fa03-a58b-4391-9dbe-970941652af1/content>
- Muñoz. (2011). En Muñoz.
- Ochoa, D. (2014). *Evaluación del rendimiento y comportamiento de tres variedades de sandía*. Obtenido de Universidad de Cuenca: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5480>
- Ortega, J., Cajape, N., & Lopez, G. (2021). Evaluación y seleccion participativa de híbridos de sandía. pág. 7.
- Perez, L., & Gomez, A. (2019). *Desarrollo foliar y rendimiento en sandía bajo condiciones tropicales*. Journal of Horticultural Studies.
- Programa de DIVERSIFICACION HORTICOLA. (s.f.).
- Reche, J. (2014). *Curso intensivo de Sandia* . Obtenido de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_2000_2106.pdf
- Reetu, & Maharishi, T. (June de 2017). *Popular Kheti* . Obtenido de Watermelo: Avluable Horticultural Crop with Nutricional Benefits : earesearchgate.net/publication/323186959_Watermelon_A_Valuable_Horticultural_Crop_with_Nutritional_Benefits
- Taíz. (2006). En Taíz.
- Taiz. (2010). En Taíz.
- Torres, J. M. (2021). Crecimiento y desarrollo de híbridos de sandía en diferentes etapas fenológicas. En *Agronomía y Producción*. Obtenido de Agronomía y Producción .

- Trani, R. G. (2012). *Effect of nitrogen fertilization on yield and quality of watermelon cv. Top Gun*. . Obtenido de Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental: <https://www.redalyc.org/journal/2371/237148569018/>
- TRIVIÑO, J. (s.f.). Impacto ambiental por el uso excesivo de monocultivo. *Academia.edu*, 10.
- Tulcán, M. (8 de 1 de 2023). *Evaluación de la adaptabilidad de dos variables comerciales de sandía en la parroquia Imantag*. . Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/14750/2/03%20AGP%20374%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Zamora, D., & Rodriguez, C. (2017). *Effect of edaphic fertilization on the growth and development of Phaseolus vulgaris cv. ICA Cerinza*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732017000100122
- Triviño, J. (s.f.). Impacto ambiental por el uso excesivo de monocultivo. *Academia.edu*, 10.
- Tinoco, M., & Tinoco, M. (2023, 26 junio). *La historia de la sandía: ¿De dónde viene?* Infofrut. <https://infofrut.com/la-historia-de-la-sandia-de-donde-viene/>
- Humphrey Crawford. (2017). Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía *Citrullus lanatus* (Thunb.) matsum. et nakai. INIA, 367. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/fcd3f8fa-d36d-478b-9927-941e6783ab8b/content>
- Takii Seed. (s.f.). *Amphion F1 Watermelon*. Takii Europe. Recuperado el 22 de mayo de 2025 de <https://www.takii.eu/products/amphion-f1/>
- Romo, (2016). [Trabajo de grado / diagnóstico sobre monocultivo y su efecto en suelos en Carchi]. Repositorio Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC).
- Rahman, K. M., & Zhang, D. (2020). *Effects of excessive inorganic fertilizer use on soil quality and sustainability*. Sustainability

VI. ANEXOS

Anexo 1. Acta de sustentación de pre-defensa de TIC


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI


FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA
ACTA
DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR


ESTUDIANTE: Pazo Zambrano Juan Carlos	CÉDULA DE IDENTIDAD: 0402542116
PERIODO ACADÉMICO: 2025 B	DOCENTE TUTOR: MSC. EDISON MARCELO IBARRA ROSERO
PRESIDENTE TRIBUNAL: MSC. GUILLERMO ALEXANDER JACOME SARCHI	DOCENTE: MSC. HADDY DANIELA JACOME LUCERO
TEMA DEL TIC: Evaluación de la adaptabilidad de dos variedades de sorgo (<i>Sorghum spontaneum</i>) aplicando fertilización edáfica en el Centro Experimental Alonso Sadeo - UPEC.	


No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7.00	Definir en los objetivos específicos la sostenibilidad productiva
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7.00	
3	METODOLOGÍA	7.00	Actualizar la lista de Caracterización de variedades / Tablas de tratamientos / Decidir el tipo de diseño empleado (Factorial 2x2x1)
4	RESULTADOS	7.00	Actualizar el formato de su tabla ANOVA actualizando los valores de los factores de estudio y Corregir los valores promedio de los valores
5	CONCLUSIÓN	7.00	Corregir la discusión con los datos técnicos de las variedades de sorgo
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7.00	Actualizarla en función a los objetivos de la investigación
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7.00	Mejorar la presentación de los datos y la exposición oral
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7.00	


Obteniendo una nota de: **7.00** Por lo tanto, **APRUEBA** , debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcan el **Jueves, 22 de diciembre de 2025**


 MSC. GUILLERMO ALEXANDER JACOME SARCHI
 PRESIDENTE TRIBUNAL


 MSC. EDISON MARCELO IBARRA ROSERO
 DOCENTE TUTOR


 MSC. HADDY DANIELA JACOME LUCERO
 DOCENTE

Anexo 2. Certificado de abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico
o Investigación.**

Autor: Juan Carlos Pozo Zambrano

Fecha de recepción del abstract: 12 de enero de 2026

Fecha de entrega del informe: Viernes, 16 de enero de 2026

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Jairo Guevara
DIRECTOR DE CENTROS
ACADÉMICOS Y DE
FORMACIÓN
COMPLEMENTARIA

Anexo 3. Proceso experimental

Tabla 36. Fichas técnicas.



Sandía CHAMPAGNE F1



Descripción

Sandía de vigor moderado, de frutos ovalados con cáscara verde clara, rayas oscuras y pulpa amarilla muy dulce.

Características

Tipo	• Icebox / Yellow Flesh
Adaptabilidad	• 0 - 1200 msnm
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> • Cáscara fina de color verde claro con rayas oscuras • Pulpa compacta y muy dulce de color amarillo • Poca cantidad de semillas • Peso: 4 kg
Características comerciales	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente sabor • Ideal para mercados selectos • Frutos por planta: 4 a 5
Grados brix	• 12' - 14'
Ciclo de vida	• Días de siembra a cosecha: 68 - 70
Rendimiento exp.	• 40 ton/ha
Densidad de siembra	<ul style="list-style-type: none"> • 5.000 pl/ha • Distancia de siembra: 1 m por 3 m
Presentación	• Sobre por 1.000 semillas

NOTA: La información contenida en esta ficha técnica, es resultado de los ensayos realizados por SURSEMILLAS y puede variar de acuerdo con la región, clima, condiciones de manejo y/u otros factores.

Versión 1.0 - Fecha de publicación: Julio 2020



Sandía AMPHION F1



Descripción

Sandía de formato ovalado, pulpa color rojo intenso con una alta concentración de azúcares, de muy buen sabor.

Características

Tipo	• Crimson sweet
Adaptabilidad	• 0 - 1200 msnm
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> • Planta vigorosa con producción masiva de frutos • Forma oblonga, corteza color verde con franjas verde oscuro • Pulpa color rojo oscuro • Peso: 12 - 14 kg
Características comerciales	<ul style="list-style-type: none"> • Alta productividad • Ideal para el transporte de largas distancias
Grados brix	• 11' - 13'
Resistencias	• Alta a <i>Fen 0 y 1 - Fusarium oxysporum</i> (Esp. <i>niveum</i> razas 0 y 1)
Ciclo de vida	• Días de siembra a cosecha: 80 - 85
Rendimiento exp.	• 50 ton/ha
Densidad de siembra	<ul style="list-style-type: none"> • 5.000 pl/ha • Distancia de siembra: 1 m por 3 m
Presentación	• Sobre por 1.000 semillas

NOTA: La información contenida en esta ficha técnica, es resultado de los ensayos realizados por SURSEMILLAS y puede variar de acuerdo con la región, clima, condiciones de manejo y/u otros factores.

Versión 1.0 - Fecha de publicación: Julio 2020

Figura 5. Ficha técnica

Tabla 37. Desarrollo del experimento

Desarrollo del experimento



Medicion de grados brix



Refractometro

Figura 6. Grados brix

Anexo 4. Costo de producción por Ha

Tabla 38. Costo de producción por Ha

COSTO DE PRODUCCION POR Ha CULTIVO DE SANDIA				
Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Arada y rastra	2	Tractor	130	260
Surcado y trasplante	18	Jornal	18	324
Primera fertilización	5	Jornal	18	90
Deshierba + Segunda fertilización	15	Jornal	18	270
Aporque	10	Jornal	18	180
Aplicaciones foliares	3	Jornal	20	240
Riego	20	Jornal	18	360
Cosecha	10	Jornal	18	180
Semilla híbrida	5000	Semillas	0,1	500
10-30-10	6	Quintal	45	270
8-20-20	6	Quintal	48	288
Evito t	10	Kg	7	70
Propomocar	6	Lt	15	90
Florcuaje	4	Lt	28	112
Biomix	1	Lt	38	38
Tebuconazole	3	Lt	15	45
Clorotalonil	5	Lt	10	50
Baku	5	Lt	12	60
Kraken	3	Lt	18	54
Curagen	4	Lt	9,2	36,8
Abamectina	1	Lt	48	48
Calcio boro	3	Lt	18	54
calcio boro zinc	4	Lt	20	80
Potasio foliar	8	Kg	12	96
Aminoácidos	2	Lt	30	60
Microelementos	2	Kg	25	50
Extracto de algas	2	Lt	20	40
Bandejas de germinación	70	Unidad	2,8	196
Turba	5	Kg	68	340
Ácidos húmicos	3	Lt/Kg	18	54
Enraizante	2	Lt	25	50
Citoquininas	1	Lt	70	70
Cabuya	1	Rollo	4	4
Empaque	1000	Fundas	0,2	200
Transporte	1000	Quintales	0,32	320
Total				5179,8

Elaborado por: Juan Pozo, (2025).