

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*) con fertilización combinada (química más orgánica) en el Centro Experimental Alonso Tadeo-UPEC”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Agropecuaria

AUTORA: Benavides Caicedo Karla Mayerline

TUTOR: Msc. Ibarra Rosero Edison Marcelo

Tulcán, 2026.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Benavides Caicedo Karla Mayerline con el número de cédula 0402053789 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la adaptabilidad de dos variedades de sandía (*Citrullus lanatus*) con fertilización combinada (química más orgánica) en el Centro Experimental Alonso Tadeo"

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.

MSc. Ibarra Rosero Edison Marcelo

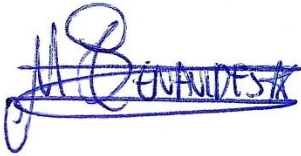
TUTOR

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, Benavides Caicedo Karla Mayerline con cédula de identidad número 0402053789 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



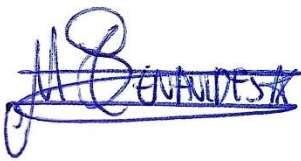
Benavides Caicedo Karla Mayerline

AUTORA

Tulcán, enero de 2026

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Benavides Caicedo Karla Mayerline declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la adaptabilidad de dos variedades de sandía (*Citrullus lanatus*) con fertilización combinada (química más orgánica) en el Centro Experimental Alonso Tadeo-UPEC" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Benavides Caicedo Karla Mayerline

AUTORA

Tulcán, enero de 2026

AGRADECIMIENTO

Mi mayor agradecimiento para mis padres Julio Benavides y Ximena Caicedo por ser mis pilares fundamentales en este largo caminar. Gracias por su amor incondicional, sus valores y virtudes que toda mi vida me han inculcado, por enseñarme que los sueños se alcanzan con disciplina y fe. Ustedes siempre han anhelado ver a sus dos hijas convertidas en profesionales, y este logro es también suyo.

Mi agradecimiento a mi hermana Ing. Julieth Benavides por ser mi mentora, mi compañera de aventuras y mi apoyo constante en cada etapa de este proceso. Gracias por estar en los momentos difíciles, por ser mi voz de aliento, por todas las veces que el cansancio parecía más fuerte y por recordarme que seguir adelante vale la pena.

Extiendo también mi reconocimiento al MSc. Marcelo Ibarra, por la orientación y apoyo brindado durante la ejecución de mi trabajo de integración curricular. Su orientaciones, dedicación y exigencia profesional fueron fundamentales para la culminación de esta investigación.

Expreso un caluroso agradecimiento al Ing. Andrés Pantoja servidor de la compañía SurSemillas SA, por su valiosa colaboración al proporcionar las semillas de sandía para la ejecución de esta investigación. Su apoyo hizo posible el desarrollo experimental que sustenta este estudio.

Finalmente, agradecer a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por abrirme sus puertas y brindar la oportunidad de superarme a través del conocimiento transmitido por sus docentes a lo largo de toda mi carrera universitaria.

Benavides Caicedo Karla Mayerline

DEDICATORIA

A mis padres, Julio Benavides y Ximena Caicedo con todo mi amor y gratitud este logro no solo es mío, es la recompensa a todo lo que hicieron por mí. Gracias por enseñarme a valorar el conocimiento por impulsarme a superar mis propios límites y por demostrarme, con su ejemplo, que los sueños se construyen con la constancia, dedicación y trabajo.

A mi hermana, Ing. Julieth Benavides, quien ha estado en todos mis momentos de locura y supo brindarme una voz de aliento. Nunca dejo de apoyarme a pesar de la distancia, estuvo en cada uno de los desafíos que se presentaron este largo camino. Tu actitud positiva y tu confianza en mis capacidades han sido un impulso constante en este proceso.

A mi Hijo, Neithan Agustín, mi niño de ojitos bellos, que cada día me da el soporte, eres mi mayor fuente de motivación. Tu inocencia, tu alegría y tus abrazos me recordaron en cada etapa de esta investigación vale la pena seguir adelante. Esto es para ti, para que recuerdes que lo que te propongas los puedes cumplir.

A mis ángeles bellos, Rosario Vásquez y Clara Serrano. Las abuelitas consentidoras, físicamente no se encuentran, pero donde quiera que estén esto es para ustedes también. Gracias mis lindos ángeles que desde la niñez me cuidaron, mimaron y guiaron y aun estando en el cielo lo siguen haciendo. Ustedes fueron quienes más confiaron que lo podía lograr. Esto es por y para ustedes mis viejitas lindas.

Finalmente, a todas las personas que me apoyaron durante todo este camino académico. Dedico este trabajo con todo mi amor, gratitud y admiración.

Benavides Caicedo Karla Mayerline

ÍNDICE

RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	12
I. EL PROBLEMA	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. Objetivo General	17
1.4.2. Objetivos Específicos.....	18
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	18
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.2. MARCO TEÓRICO	20
2.2.1. La sandía	20
2.2.2. Origen del cultivo de la sandía	20
2.2.3. Clasificación taxonómica.....	21
2.2.4. Descripción botánica.....	21
2.2.5. Requerimientos edafoclimáticos de la sandía.....	22
2.2.6. Practicas de cultivo	22
2.2.7. Variedades	23
2.2.8. Plagas	27
2.2.9. Enfermedades	28
2.2.10. Fertilización	28
III. METODOLOGÍA	31

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	31
3.1.1. Enfoque	31
3.1.2. Tipo de Investigación	31
3.2. HIPÓTESIS	32
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	32
3.3.1. Definición de variables	32
3.3.2. Operacionalización de variables	32
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	34
3.4.1. Localización del experimento.....	34
3.4.2. Caracterización del diseño experimental.....	34
3.4.3. Distribución de las unidades experimentales	36
3.4.4. Manejo del experimento	36
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1.1. Variable número de hojas	41
4.1.2. Variable número de guías.....	43
4.1.3. Variable longitud de las guías	44
4.1.4. Variable número de flores	45
4.1.5. Variable número de frutos.....	47
4.1.6. Variable peso de frutos.....	48
4.1.7. Variable grados brix	49
4.1.8. Variable rendimiento.....	50
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
5.1. CONCLUSIONES.....	53
5.2. RECOMENDACIONES	53
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
VII. ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la sandía (<i>Citrullus lanatus</i>)	21
Tabla 2. Operacionalización de variables	33
Tabla 3. Tratamientos del ensayo experimental.....	35
Tabla 4. Caracterización del diseño experimental.....	36
Tabla 5. Prueba de normalidad Shapiro Wilks (modificado)	40
Tabla 6. ANOVA y Tukey al 5% para la variable número de hojas por tratamiento por semana.....	41
Tabla 7. Tukey al 5% para la variable número de hojas por variedad por semana	42
Tabla 8. Tukey al 5% para la variable número de hojas por fertilizante por semana ..	42
Tabla 9. Tukey al 5% para la variable número de hojas por fertilizante por semana ..	43
Tabla 10. Tukey al 5% para la variable número de guías por variedad por semana ..	43
Tabla 11. Tukey al 5% para la variable número de guías por fertilizante por semana	44
Tabla 12. ANOVA y Tukey al 5% para la variable de longitud de las guías por tratamiento por semana.....	44
Tabla 13. ANOVA y Tukey al 5% para la variable número de flores por tratamiento por semana.....	45
Tabla 14. Tukey al 5% para la variable número de flores por variedad por semana ..	45
Tabla 15. Tukey al 5% para la variable número de flores por fertilizante por semana	46
Tabla 16. ANOVA y Tukey al 5% para la variable número de frutos por cosecha por tratamiento	47
Tabla 17. Tukey al 5% para la variable número de frutos por cosecha por variedad	47
Tabla 18. Tukey al 5% para la variable número de frutos por cosecha por fertilizante	48
Tabla 19. Kruskal Wallis para el peso de frutos en la cosecha por tratamiento	49
Tabla 20. Kruskal Wallis para los grados brix por tratamiento en cada toma.....	49
Tabla 21. ANOVA y Tukey al 5% para la variable rendimiento por tratamiento	50
Tabla 22. Tukey al 5% para la variable rendimiento ton*ha-1 por variedad.....	50
Tabla 23. Tukey al 5% para la variable rendimiento ton*ha-1 por fertilizante.....	51
Tabla 24. Costo / beneficio por ha por tratamiento.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la investigación	34
Figura 2. Diseño experimental	35
Figura 3. Diseño experimental	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....	58
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	59
Anexo 3. Costo de producción.....	60
Anexo 4 Ficha técnica variedad Amphion.....	60
Anexo 5. Ficha técnica Variedad Champagne	61

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo evaluar la adaptabilidad de dos variedades de sandía Amphion y Champagne aplicando una fertilización combinada (química más orgánica) bajo las condiciones del Centro Experimental Alonso Tadeo-UPEC. La investigación se realizó bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), en arreglo factorial $A \times B + 1$ con 5 tratamientos y 4 repeticiones, en donde el factor A estuvo compuesto por dos niveles (Amphion y Champagne) y el factor B por dos niveles (8-20-20 + Biol), 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, grados Brix, peso del fruto, rendimiento y relación costo beneficio. Para las variables número y longitud de guías, peso del fruto y grados brix no se observó diferencias estadísticas tanto entre variedades como fertilizante. La variedad Santanella fue la mejor en número de flores, la variedad Champagne para el número de frutos, y la variedad Amphion fue la mejor en número de hojas y rendimiento, además, la combinación de fertilizantes se observa un aporte significativo en las variables evaluadas. En el análisis de costo beneficio el T3 y T4 fueron las que mejor relación tienen con índices de 13,69 y 14,31 respectivamente, haciendo referencia a la variedad Amphion y la fertilización química combinada con la orgánica. El análisis global de la información permite concluir que la variedad Amphion con fertilización química combinada con orgánica fue la que mejores resultados presento en el Centro Experimental Alonso Tadeo- UPEC, a pesar de que no alcanzo los valores de peso y rendimiento declarado en la ficha técnica.

Palabras Claves: Amphion, Champagne, Fertilizante (8-20-20) y Biol.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the adaptability of two watermelon varieties, Amphion and Champagne, by applying a combined fertilization system (chemical plus organic) under the conditions of the Alonso Tadeo Experimental Center – UPEC. The study was carried out using a randomized complete block design (RCBD) with a factorial arrangement $A \times B + 1$, including five treatments and four replications. Factor A included two levels (Amphion and Champagne), and factor B included two levels (8-20-20 + Biol). 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, Brix degrees, fruit weight, yield, and cost–benefit ratio. For the variables number and length of vines, fruit weight, and Brix degrees, no statistical differences were observed between varieties or fertilizers. The Santanella variety showed the highest number of flowers, Champagne had the highest number of fruits, and Amphion presented the best results in number of leaves and yield. In addition, the combined fertilization showed a significant contribution to the evaluated variables. In the cost–benefit analysis, T3 and T4 showed the best ratios, with indices of 13.69 and 14.31, respectively, corresponding to the Amphion variety with chemical fertilization combined with organic fertilization. The overall analysis of the results allows the conclusion that the Amphion variety with combined chemical and organic fertilization achieved the best performance at the Alonso Tadeo Experimental Center – UPEC, even though it did not reach the fruit weight and yield values reported in the technical data sheet.

Keywords: Amphion, Champagne, fertilizer (8-20-20), Biol.

INTRODUCCIÓN

La producción agrícola en la provincia del Carchi enfrenta actualmente importantes desafíos derivados del uso prolongado de prácticas tradicionales como el monocultivo y la aplicación inadecuada de insumos químicos. Estas prácticas han generado un progresivo agotamiento del suelo, afectando su estructura, fertilidad y capacidad de retención de nutrientes, lo que repercute directamente en la disminución de la productividad agrícola (Montenegro y Mora, 2017). Asimismo, la escasa rotación de cultivos y la limitada diversificación productiva han provocado una dependencia hacia pocos rubros agrícolas, reduciendo la sostenibilidad del sistema y la rentabilidad de los productores

En este contexto, la búsqueda de alternativas productivas que permitan diversificar la agricultura local se vuelve una necesidad urgente. Aunque el Carchi posee condiciones agroecológicas favorables para la producción de frutas tropicales, la falta de conocimiento técnico sobre la adaptabilidad de nuevos cultivos limita la innovación agrícola. Este escenario afecta especialmente a pequeños y medianos productores, quienes podrían beneficiarse significativamente del establecimiento de cultivos alternativos como la sandía (*Citrullus lanatus*), fruto de alto valor comercial y creciente demanda en mercado nacional e internacional (Arboleda, 2022).

Sin embargo, uno de los principales problemas asociados a su producción en la provincia es la falta de investigaciones sobre el manejo adecuado de la fertilización, tanto en dosis como en tipo de abono. El uso excesivo o inapropiado de fertilizantes químicos, aunque eficaz a corto plazo, deteriora progresivamente la salud del suelo al reducir la actividad microbiológica, modificar su estructura e incrementar la dependencia del cultivo a insumos externos, lo que implica mayores costos y menor sostenibilidad (Gras y Mantuano, 2024). Paralelamente, alternativas sostenibles como el biol han demostrado ser efectivas para mejorar la disponibilidad de nutrientes, incrementar la actividad microbiana y fortalecer la estructura del suelo; sin embargo, su uso en la provincia del Carchi continúa siendo limitado y poco investigado en cultivos como la sandía (Pérez, 2021).

La falta de capacitación técnica y la dependencia marcada hacia la fertilización química profundizan aún más este problema, ya que la fertilización orgánica se ha aplicado tradicionalmente de manera empírica, sin una evaluación científica que permita validar su efectividad y establecer recomendaciones precisas (León et al., 2018). Por ello, es necesario promover estrategias que incorporen prácticas sostenibles y tecnificadas que permitan recuperar la salud del suelo y, al mismo tiempo, mejorar la productividad.

En este sentido, la presente investigación propone evaluar la adaptabilidad de las variedades Amphion y Champagne mediante el uso de una fertilización combinada (química más orgánica) en el Centro Experimental Alonso Tadeo. Este estudio se presenta como una alternativa viable y necesaria para enfrentar la degradación del suelo, promover prácticas agrícolas sostenibles e incrementar la productividad y rentabilidad de los cultivos. Además, la investigación aporta información científica sobre variedades y manejos poco estudiados en la región, contribuyendo a la generación de recomendaciones técnicas que fortalezcan el desarrollo agrícola del Carchi (Barrios, 2023).

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la producción agrícola en la provincia del Carchi se enfrenta a diversos desafíos derivados de las prácticas tradicionales de monocultivo, las cuales han provocado un progresivo agotamiento de los suelos y una disminución en la productividad de los cultivos (Montenegro y Mora, 2017). Esta situación se agrava por la escasa rotación de cultivos y el uso inadecuado de insumos químicos que alteran la estructura del suelo y reduce la capacidad de retención de nutrientes. La limitada diversificación de productos agrícolas ha generado una dependencia de pocos cultivos, afectando directamente la sostenibilidad del suelo, su fertilidad y la rentabilidad de los productores (Luna et al., 2019).

A pesar de que el Carchi cuenta con zonas con condiciones agroecológicas favorables para la producción de frutas tropicales, el limitado conocimiento técnico sobre la adaptabilidad de nuevos cultivos impide que los agricultores busquen una diversificación de productos. Esta situación restringe la innovación agrícola y las oportunidades económicas de los pequeños productores, quienes podrían beneficiarse de cultivos alternativos con una buena aceptación en el mercado nacional, como la sandía (*Citrullus lanatus*).

La sandía, dentro del territorio ecuatoriano constituye un fruto de gran importancia económica, social y alimenticia, debido a su creciente demanda en los mercados locales y su potencial de exportación (Arboleda, 2022). Sin embargo, un problema recurrente en la producción de sandía en el Carchi es el limitado conocimiento sobre el manejo adecuado de fertilización tanto en la dosis como en el tipo de abono a utilizar.

Por otra parte, el uso excesivo o inadecuado de fertilizantes químicos se convierte en un problema porque, aunque generan resultados rápidos, deterioran progresivamente la salud del suelo al modificar su estructura, reducir la actividad microbiológica y disminuir su capacidad de retener nutrientes y agua, esto provoca que los cultivos dependan cada vez más de estos insumos para crecer, generando

mayores costos para los agricultores y menos sostenibilidad (Gras y Mantuano, 2024).

Asimismo, es importante mencionar que, aunque existen alternativas sostenibles como el biol, su uso en la provincia del Carchi sigue siendo muy limitado. A pesar de que el biol ha demostrado mejorar la estructura del suelo, incrementar la disponibilidad de nutrientes y fortalecer la actividad microbiológica en diversos cultivos, su aplicación en sandía no ha sido suficientemente evaluada en condiciones locales (Pérez, 2021).

A esto se suma la escasa capacitación técnica y la dependencia de la fertilización química, que, aunque ofrece buenos resultados amenaza con deteriora la calidad del suelo a largo plazo. Por otra parte, el uso de fertilización orgánica ha sido poco explorado o ha sido aplicado de manera empírica, sin hacer uso de evaluaciones técnicas que permitan determinar su efectividad (León et al., 2018).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo dos variedades de sandía (*Citrullus lanatus*) se adaptan por medio de fertilización combinada (química más orgánica) en el Centro Experimental Alonso Tadeo-UPEC?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus*) es una fruta de las más cultivadas a nivel mundial por su alto contenido de agua, sabor dulce y valor nutricional, convirtiéndola en una opción de alta demanda en mercado locales e internacionales (León, 2022). En el caso de Ecuador, la producción de frutas ha cobrado relevancia por su potencial de comercialización, en base a datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería, se dedican aproximadamente 3860 hectáreas a la producción de sandía en el país (Alcívar et al., 2025).

El cultivo de sandía tiene una creciente importancia económica y social que ha mostrado un notable incremento en su consumo, especialmente en las regiones Costa y Amazonía; además, este fruto representa alrededor del 17% de la producción agrícola nacional, posicionándose como uno de los cultivos con mayor proyección y dinamismo (Pacherre, 2022). Esta situación refleja una oportunidad para diversificar la producción agrícola y fortalecer la economía rural, especialmente para pequeños y medianos productores.

Por otra parte, la fertilización química racional en el cultivo de sandía ofrece beneficios importantes cuando se aplica de manera planificada y en dosis adecuadas, este tipo de fertilización permite un suministro preciso y rápido de nutrientes esenciales que favorecen un crecimiento vigoroso de la planta y un adecuado desarrollo del fruto (Montenegro et al., 2024).

En cuanto al uso del biol como fertilizante, constituye una alternativa sostenible y de bajo costo que ha ido ganando reconocimiento por su eficacia en mejorar la salud del suelo y el rendimiento de los cultivos, entre sus principales ventajas destaca su capacidad para aumentar la actividad microbiológica del suelo, promover la disponibilidad de nutrientes y mejorar la estructura edáfica (Pérez, 2021).

La investigación propuesta tiene el potencial de abordar la problemática de monocultivo de forma efectiva al ofrecer una alternativa sostenible. Al estudiar y lograr la adaptabilidad de dos variedades de sandía bajo un manejo de fertilización combinada (química y orgánica) en las condiciones agroclimáticas del Centro Experimental Alonso Tadeo ubicado en el Carchi, se busca promover prácticas agrícolas sostenibles que optimicen la productividad sin comprometer la salud del suelo. Además, esta investigación podría generar beneficios para la comunidad agrícola al incrementar la rentabilidad de los cultivos invirtiendo en la diversificación, mejorando así su calidad de vida y su capacidad económica (Barrios, 2023).

Este estudio se presenta como una alternativa viable a la problemática encontrada, aportando a la sostenibilidad del suelo, a la economía de los productores y el desarrollo agrícola. Finalmente, Los limitados estudios previos sobre el cultivo de las variedades de sandía Amphion y Champagne, hace que la investigación sea pertinente y necesaria para establecer recomendaciones técnicas y productivas basadas en evidencia científica.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la adaptabilidad de dos variedades de sandía Amphion y Champagne aplicando una fertilización combinada (química más orgánica) bajo las condiciones del Centro Experimental Alonso Tadeo-UPEC.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la adaptabilidad productiva de las variedades de sandía Amphion y Champagne en el Centro Experimental Alonso Tadeo.
- Comparar el rendimiento de las variedades de sandía Amphion y Champagne aplicando una dosificación combinada de fertilizantes orgánicos y químicos.
- Analizar costos beneficios de producción de las dos variedades de sandía con la fertilización combinada en el Centro Experimental Alonso Tadeo.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cómo influye la adaptabilidad de las variedades de sandía Amphion y Champagne aplicando una dosificación combinada de fertilizantes orgánicos y químicos?
- ¿Cuál es el rendimiento por área experimental de las dos variedades de sandía en comparación con el testigo comercial?
- ¿Cuál es el mejor costo beneficios de producción de las dos variedades de sandía con la fertilización combinada?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Según Malán (2020) en su estudio "Efecto de la fertilización orgánica, como sustituto parcial de la fertilización sintética, en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus T.*), Simón Bolívar – Guayas", se observó que existieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para variables agronómicas como la longitud de la guía principal, longitud y diámetro del fruto, así como el peso de la sandía. El tratamiento con mejores resultados fue el T1 (testigo convencional con 2 L/ha), seguido del T2, compuesto por 75% de fertilización química y 25% orgánica. El tratamiento con menores promedios fue el T4 (25% químico + 75% orgánico). Asimismo, los mayores rendimientos y mejores resultados en el análisis beneficio/costo se obtuvieron nuevamente en los tratamientos T1 y T2, evidenciando que la combinación equilibrada de fertilizantes químicos y orgánicos favorece el desarrollo óptimo del cultivo. Finalmente, se concluye que el tratamiento más eficiente para mejorar la productividad, el comportamiento agronómico y la rentabilidad fue el T2, que empleó 75% de fertilización sintética y 25% orgánica.

Pérez (2021) en su estudio "Uso de mezclas de abonos orgánicos en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus L.*) variedad Royal Charleston recinto Bijagual – cantón Salitre", mostró que el biol destacó por presentar el nivel más alto de potasio (27750 ppm). En la evaluación agronómica del cultivo de sandía (considerando longitud de guía, floración, número de frutos, diámetro, peso y rendimiento) los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento convencional T4 (Agronitrógeno), alcanzando un rendimiento de 22.648,88 kg/ha y los rendimientos más bajos correspondieron a T2 (guano + biol) y T3 (biol + humus). El análisis económico confirmó esta tendencia: el tratamiento T4 fue el más rentable, generando una relación beneficio/costo de 2,07 (por cada dólar invertido se ganaron 1,07 dólares), seguido del T1 con una relación de 1,55. El tratamiento menos rentable fue el T3, el cual no generó ganancias.

Según Hernández (2022) en su investigación "El cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb) en alta densidad y su respuesta a tres abonos orgánicos más micorrizas comerciales y una fertilización química", los resultados mostraron que los abonos orgánicos combinados con micorrizas generaron las mejores respuestas en la mayoría de las etapas del cultivo. En la fase vegetativa, destacaron el estiércol equino, el estiércol caprino y la fertilización química, pues favorecieron el crecimiento de la guía principal, el número de hojas y el desarrollo general de las plantas. Durante la etapa reproductiva, el estiércol caprino, especialmente combinado con micorrizas, incrementó notablemente la producción de flores macho y hembra, lo que se tradujo en un mayor cuajado de frutos. En términos de rendimiento y calidad, los tratamientos más sobresalientes fueron el estiércol caprino con micorrizas (T8) y el compost con micorrizas (T9), que alcanzaron los mayores valores en número de frutos, peso total y rendimiento por superficie. Además, el estiércol caprino con micorrizas también destacó en la calidad del fruto, presentando mejores medidas de diámetro, peso, firmeza y sólidos solubles. En comparación, la fertilización química mostró buen desarrollo vegetativo, pero no superó consistentemente a las combinaciones orgánicas con micorrizas.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. La sandía

Es conocida con el nombre científico de *Citrullus lanatus*, es una planta herbácea y de hábito trepador o rastrero que desarrolla un fruto refrescante tipo pepo (Masih et al., 2021).

2.2.2. Origen del cultivo de la sandía

El cultivo de sandía tiene su origen en África donde inicialmente crecía en condiciones naturales, posteriormente su cultivo se fue tecnificando de forma progresiva y se ha expandido a nivel global (Iglesia, 2021). Se ha de mencionar que durante los siglos XV los comerciantes europeos introdujeron la sandía en el continente americano donde las condiciones climáticas son favorables para su desarrollo (Cohen et al., 2018). Desde entonces la tecnificación ha permitido que su cultivo se optimice permitiendo así un incremento del rendimiento y la sostenibilidad del cultivo.

2.2.3. Clasificación taxonómica

En la Tabla 1 se presenta la taxonomía de la sandía:

Tabla 1. Taxonomía de la sandía (*Citrullus lanatus*)

Clasificación taxonómica	
Reino	Plantae
División	Tracheophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Cucurbitales
Familia	Cucurbitaceae
Subfamilia	Cucurbitoideae
Tribu	Benincaseae
Genero	Citrullus
Especie	Citrullus lanatus (thumb).

Fuente: Adaptado de Begambre (2020)

2.2.4. Descripción botánica

De acuerdo con Barrios (2023):

- **Raíz:** es profunda y vigorosa de tipo pivotante, con varias raíces secundarias que se desprenden de su raíz principal que puede alcanzar una profundidad de 1.2 m.
- **Tallo:** De tipo rastrero o trepador y herbáceo que se ramifica y puede alcanzar una longitud de 10 m, misma que puede ser variable dependiendo del tipo de sandía cultivada.
- **Hojas:** De tamaño grande dependiendo de la variedad, lobuladas y divididas profundamente, presentan una textura áspera con 3 a 5 lóbulos redondeados y con color verde intenso en el haz y claro en el envés.
- **Flores:** Son de color amarillo y de tipo unisexual con cinco pétalos que dan forma a una campana, las femeninas aparecen después de las masculinas que se caracterizan por ser más numerosas.
- **Fruto:** Generalmente de forma esférica u oblonga con la cascara de color verde lisa y rayada, la pulpa puede ser de color rojo, aunque también hay variedades que se caracterizan por el color rosado o amarillo, además, contiene numerosas semillas.
- **Semilla:** Su tamaño es variable y se caracteriza por tener una forma aplanada, ovalada, con colores variables, su peso puede ser de 25 a 35 mg y tienen una durabilidad de 5 a 10 años si son almacenadas en condiciones adecuadas.

2.2.5. Requerimientos edafoclimáticos de la sandía

- Temperatura

Por lo general, la sandía es un cultivo de clima cálido que requiere temperaturas promedio entre 24 y 30°C para su óptimo crecimiento. Temperaturas inferiores a 18°C pueden retardar la germinación y el desarrollo vegetativo; por otro lado, valores superiores a 35°C pueden afectar la floración y calidad del fruto (Báez, 2024).

- Humedad relativa

El rango ideal de humedad relativa se encuentra entre 60 y 80%. Humedades excesivas favorecen la aparición de diversas enfermedades fúngicas, mientras que una humedad baja puede afectar la polinización y el desarrollo de frutos (Díaz, 2024).

- Suelo

La sandía es un fruto que prospera mejor suelos francos o franco – arenosos, con alta permeabilidad y un buen drenaje. Dichos suelos permiten el desarrollo adecuado de la planta en cuanto a las raíces y evitan el encharcamiento que causan la pudrición radicular; también, para facilitar la aireación debe evitarse la compactación del terreno (Báez, 2024).

- pH

El rango considerado como óptimo de pH para el cultivo de sandía es de 6,0 a 7,5 ligeramente ácido a neutro. Un pH que se encuentre fuera de este rango puede reducir la disponibilidad de nutrientes esenciales como el fósforo, el magnesio y calcio, afectando directamente al crecimiento y la calidad del fruto (Díaz, 2024).

2.2.6. Prácticas de cultivo

- Preparación del terreno

El suelo ideal para la sandía es de textura franco – arenosa o franco limosa, con un buen drenaje y aireación, se deben realizar labores de arado y rastrillado profundo de aproximadamente 20 cm, para eliminar compactaciones y facilitar el desarrollo radicular (Flores, 2017).

- Semilla

Deben utilizarse únicamente semillas híbridas certificadas, libres de patógenos y con un alto poder germinativo, las variedades de sandía de estudio presentan gran vigor, por lo que, se requiere una menor cantidad de semilla por sector de siembra (León et al., 2018).

- Siembra

El espacio varía según el vigor de la planta, entre 1,2 y 2,5 m entre hileras y de 0,6 a 1 m entre plantas, la profundidad ideal de siembra es de 2 a 3 cm y en suelos más secos es un tanto mayor.

- Fertilización

Depende de muchos factores por lo que se recomienda desarrollar un análisis de suelo para determinar los elementos químicos de los que carece el suelo para poder abonar.

2.2.7. Variedades

- Amphion

Es una variedad híbrida de tipo *Crimson Sweet* desarrollada por la empresa Takii Seed, tiene un ciclo de madurez de 85 a 90 días aproximadamente después de la siembra y produce frutos de 12 a 14 kg. La pulpa es de color rojo intenso, con un sabor dulce y un contenido de azúcar entre 11 y 13 °Brix. La planta es vigorosa, de alto rendimiento y con buena uniformidad en el tamaño de los frutos (Takii Seed, 2025).

La variedad Amphion 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 optimas puede alcanzar entre 14 y 18 kilogramos morfológicamente, el fruto presenta una forma alargada, con una cascar de tonalidad organoléptica, destacando un sabor agradable u un alto contenido de solidos 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 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 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.).

Tabla 2. Característica variedad sandía Amphion

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	3,000 plantas por hectárea

Fuente: Takii Seed. (s.f)

Condiciones Agronómicas: La variedad Amphion 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 (Takii Seed, s.f.). 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. Para más información revisar **Anexo 4** (Takii Seed, s.f.)

- Champagne

También desarrollada Takii Seed, es una variedad híbrida de ciclo medio – temprano, con frutos de tamaño pequeño o mediano con aproximadamente de 3,5 a 4,5 kg en condiciones favorables, además, tiene una pulpa de color amarillo intenso. Su forma es “Deep globe” (bien redonda) con una cascara de color verde con franjas ligeramente más claras. El tiempo estimado hasta su madurez es de 73 a 80 días desde la siembra (Takii Seed, 2025).

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) 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 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. Para más información revisar **Anexo 5**

Tabla 3. Características variedad de sandía Champagne

CARACTERÍSTICA DE VARIEDAD DE SANDIA CHAMPAGNE	
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)

Características agronómicas: La variedad Champagne 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 (Takii Seed, s.f.). 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.

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.

- Santanella

La sandía Santanella 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 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).

2.2.8. Plagas

- Minador de hoja (*Liriomyza spp*)

Una pequeña mosca cuyas larvas se alimentan del interior de las hojas, estas forman galerías o túneles blanquecinos que reducen la capacidad fotosintética de la planta. Estos daños provocan amarillamiento, debilitamiento y finalmente la caída prematura de las hojas (Castro, 2022).

- Larvas lepidópteras (*spodoptera spp*)

Son conocidos como gusanos cogolleros atacan al cultivo de sandía desde su germinación estos gusanos son capaces de migrar y dañar a otros cultivos, salen durante la noche y durante el día se ocultan debajo del suelo o malezas (Castro et al., 2018).

- Araña roja (*Tetranychus spp*)

Se desarrolla en la parte inferior de la hoja provocando manchas amarillas y decoloraciones que se pueden observar en la parte posterior, la infestación de esta plaga se produce más en las primeras etapas fenológicas (Vida Rural Solutions, 2021).

- Pulgones (*Aphis gossypii, Myzus persicae*)

Colonizan los brotes tiernos y el envés de las hojas, alimentándose de la savia. Su acción genera acciones hojas rizadas, amarillentas y deformadas, además, son vectores del virus mosaico del pepino (CMV), una enfermedad muy común en las cucurbitáceas (Zurita, 2022).

- Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Diminutos insectos que se alimentan perforando los tejidos de hojas, flores y frutos, dejando manchas plateadas o bronceadas. En ataques severos, los frutos presentan cicatrices superficiales y las flores se deforman; además, pueden transmitir virus como el del bronceado del tomate (TSWV) (Montoya, 2022).

- Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Se alimenta succionando la savia de las hojas, lo que provoca debilitamiento, amarillamiento y deformaciones en el follaje. Excreta una sustancia azucarada llamada melaza, que favorece la aparición del hongo fumagina, responsable de manchas negras (Zurita, 2022).

2.2.9. Enfermedades

Valdez (2022) menciona:

- Oídio (causado por hongos del género *Oidium*): Se muestra como un polvo blanco sobre las hojas y tallos de la sandía, ocasionando la reducción de la fotosíntesis, puede provocar defoliación y con ello menores rendimientos
- Mildiu veloso (Causado por *Pseudoperonospora cubensis*): Manifiesta manchas amarillas en el haz de las hojas y un “vello” gris – violáceo en el envés, permitiendo una humedad alta y generando defoliación rápida.
- Antracnosis (Causada por *Colletotrichum* spp): Afecta a tallos, hojas y frutos; aparecen manchas hundidas oscuras que pueden generar podredumbre en el fruto.
- Fusariosis o marchitez por *fusarium* spp: El hongo invade raíces y vasos conductores, provocando marchitez progresiva y muerte de la planta.
- Virales como el virus del mosaico del pepino (CMV), virus del mosaico de sandía (WMV – 1) y el virus del mosaico amarillo del calabacín (ZYMV), transmitidos por insectos vectores.

2.2.10. Fertilización

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 (Morocho, 2022). 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).

Según Salgado (2016), la estrategia de 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:

- 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.
- 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

2.2.10.1. Química (8-20-20)

La fertilización química 8-20-20 es una fórmula comercial caracterizada por su equilibrio entre nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), elementos esenciales para el desarrollo óptimo de los cultivos, el 8% de nitrógeno favorece el crecimiento inicial de la planta, especialmente la formación de tejido foliar y el establecimiento del sistema radicular en las primeras etapas (Navarrete, 2023). El 20% de fósforo contribuye al desarrollo radicular profundo y vigoroso, mejora la floración y acelera la maduración, aspectos cruciales en especies como la sandía, que requiere un sistema de raíces sólido para sostener su alto consumo hídrico y energético (Morocho, 2022). Por su parte, el 20% de potasio juega un papel determinante en la formación y llenado del fruto, regulando procesos como la fotosíntesis, el transporte de azúcares y el equilibrio hídrico, lo cual influye directamente en la calidad final del fruto, su dulzor y su firmeza (Ganchozo y Espinosa, 2024).

Este tipo de fertilización es ampliamente utilizada en hortalizas de ciclo corto debido a su rápida disponibilidad en el suelo, lo que permite una respuesta inmediata por parte del cultivo; sin embargo, su aplicación debe estar basada en un análisis de suelo para evitar excesos que puedan causar salinización, desequilibrios nutricionales o contaminación de fuentes hídricas (Navarrete, 2023). En el caso de la sandía, la fórmula 8-20-20 suele emplearse durante la etapa inicial y de floración, proporcionando nutrientes clave para el establecimiento y posterior desarrollo del

fruto (Ganchozo y Espinosa, 2024). Su uso combinado con abonos orgánicos representa una estrategia más eficiente, debido a que mejora la nutrición integral de la planta y disminuye la dependencia exclusiva de insumos químicos.

2.2.10.2. Orgánica (Biol)

El Biol es un fertilizante líquido de origen orgánico resultante de la fermentación anaeróbica de materiales como estiércol fresco, restos vegetales y microorganismos beneficiosos, su composición es rica en nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, así como en enzimas, vitaminas y hormonas naturales de crecimiento que estimulan el desarrollo integral de las plantas (Quispe, 2020). A diferencia de los fertilizantes químicos, el biol no solo aporta nutrientes, sino que mejora la actividad microbiológica del suelo, fortalece la estructura edáfica y favorece la aireación y retención de humedad, lo que contribuye a una mayor sostenibilidad agrícola (Meneses y Chura, 2022).

En el cultivo de sandía, el biol destaca por su capacidad para incrementar la vigorosidad de la planta, mejorar la fotosíntesis y estimular la floración y el amarre de frutos; además, su uso frecuente reduce la incidencia de enfermedades al fortalecer el sistema inmunológico natural de la planta mediante la acción de microorganismos benéficos (Sánchez, 2024). También mejora la absorción de nutrientes provenientes de fertilizantes químicos cuando ambos se utilizan de manera combinada, esto permite reducir gradualmente las dosis de fertilización mineral sin comprometer el rendimiento (Barrios, 2023). Por su naturaleza ecológica y su bajo costo de producción, el biol se presenta como una alternativa viable y sostenible.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La presente investigación es de carácter cuantitativo, este se basa en la recolección y análisis de datos numéricos para describir, explicar o predecir fenómenos; su propósito es establecer patrones y relaciones entre variables mediante el manejo de mediciones y estadística, haciendo uso de instrumentos estructurados y/o la experimentación (Hernández y Mendoza, 2018). En este caso, se desarrolló un proceso de toma de datos y evaluación de la adaptabilidad de las variedades de sandía Amphion y Champagne aplicando una dosificación combinada (química más orgánica).

3.1.2. Tipo de Investigación

La investigación experimental permite la manipulación deliberada de una o más variables independientes para observar su efecto sobre una dependiente (Hernández y Mendoza, 2018). La investigación se condujo bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial $2 \times 2 + 1$. Los factores de estudio correspondieron a: Factor A (Variedades: Amphion y Champagne) y Factor B (Niveles de Fertilización: Química y Orgánica), generando cuatro tratamientos principales.

Adicionalmente, se incluyó un tratamiento testigo o control (+1) correspondiente a la variedad comercial Santanella, manejada bajo fertilización convencional. Para el análisis estadístico, se realizó la validación de supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. La comparación de medias incluyó la prueba de Tukey ($p < 0.05$) para los efectos factoriales y, fundamentalmente, un contraste ortogonal planificado. Este último permitió comparar estadísticamente el promedio de los tratamientos experimentales frente al tratamiento testigo comercial, asegurando la robustez en la interpretación de la adaptabilidad.

3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H0): La adaptabilidad de las dos variedades de sandía (*Citrillus Lanatus*) no depende de la aplicación de los fertilizantes combinados en el Centro Experimental Alonso Tadeo – UPEC.

Hipótesis alternativa (H1): La adaptabilidad de las dos variedades de sandía (*Citrillus Lanatus*) si depende de la aplicación de los fertilizantes combinados en el Centro Experimental Alonso Tadeo – UPEC.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Definición de variables

Factor A: Fertilización 8-20-20 + Biol: 70% - 30% y 50%-50%

Factor B: Variedades Champagne y Amphion

Testigo: Santanella 100% 8-20-20

Variable independiente:

- Fertilización 70% 8-20-20 + 30% Biol
- Fertilización 50% 8-20-20 + 50% Biol
- Variedad Champagne
- Variedad Amphion
- Variedad Santanella

Variable dependiente:

- Rendimiento de las variedades de sandía (Amphion y Champagne).
- Número de hojas
- Número de Flores
- Número de guías
- Longitud de guías
- Peso de fruto
- Número de fruto
- Grados Brix
- Costo/beneficio

3.3.2. Operacionalización de variables

La Tabla 2 muestra la operacionalización de variables con los diferentes indicadores e instrumentos.

Tabla 3. Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Variable independiente: Factor A: Fertilización 8-20-20 + Biol Factor B: Variedades: Champagne- Amphion – Santanella(testigo)	Variedades x Fertilizantes	T1: Champagne - 70% (8-20-20) + 30% (BIOL)	Observación	Manual y bomba de fumigación
		T2: Champagne - 50% (8-20-20) + 50 % (BIOL)		
		T3: Amphion - 70% (8-20-20) + 30% (BIOL)		
		T4: Amphion - 50% (8-20-20) + 50% (BIOL)		
		T5: Santanella - 100% (8-20-20)		
Variable dependiente: Rendimiento de las variedades de sandía (Amphion y Champagne)	Número de hojas	Conteo en las semanas 1 a 7 (unidad)	Observación	Diario de campo y hojas de registro
	Número de guías	Conteo en las semanas 1 a 7 (unidad)	Observación	
	Longitud de guías	Medición en las semanas 1 a 7 (centímetros)	Observación	
	Número de flores	Conteo en primera semana de la floración (unidad)	Observación	Refractómetro Balanza Libreta de campo
	Número de frutos	Conteo en cosechas 1, 2 y 3 (unidad)	Observación	
	° Brix	En la cosecha 1, 2 y 3 (° Brix)	Observación	
	Peso de fruto	En cosecha 1, 2 y 3 (Kilogramos)	Observación	
Costo/ Beneficio	Índice	Observación		

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Localización del experimento

La investigación se implementó en el Centro experimental "Alonso Tadeo" de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi ubicada en el cantón Mira, provincia del Carchi, la misma que se ubica a $0^{\circ}49'0''$ N y $77^{\circ}48'0''$ W, tiene una altitud media del 1339m.s.n.m, de latitud a 0,601430 y de longitud; a -78,129510, con precipitaciones de 6.0 mm, temperatura de 23°C y una humedad relativa de hasta el 94%.



Figura 1. Localización de la investigación
Fuente: (Google Earth, 2025)

3.4.2. Caracterización del diseño experimental

Se aplicó un diseño experimental compuesto por 4 tratamientos y 5 repeticiones con un total de 20 unidades experimentales (parcelas) en las que se probó mezclas de abonos orgánicos y químicos para comprobar con un testigo, es este caso se utilizara la variedad Santanella porque es la variedad utilizada por los agricultores, además de fertilización química utilizada por ellos, tal como indica la Tabla 4.

Tabla 4. Tratamientos del ensayo experimental

Variedades	Tratamiento	Porcentaje	Dosis
T1 Champagne	8-20-20+biol	70%+30%	30gr/planta+ 3L biol y 17L de agua
T2 Champagne	8-20-20+biol	50% +50%	20gr/planta+ 6L biol y 14L de agua
T3 Amphion	8-20-20+biol	70%+30%	30gr/planta+ 3L biol y 17L de agua
T4 Amphion	8-20-20+biol	50% +50%	20gr/planta+ 6L biol y 14L de agua
T5 Santanella(Testigo)	8-20-20	100%	40gr/planta

La investigación tuvo una superficie de 816m², siendo las dimensiones del terreno de 6 metros de largo por 6 metros de ancho. Se dividió en 20 unidades experimentales con las medidas de 1,50 m x 1 m; tal y como se muestra en la Figura 2.

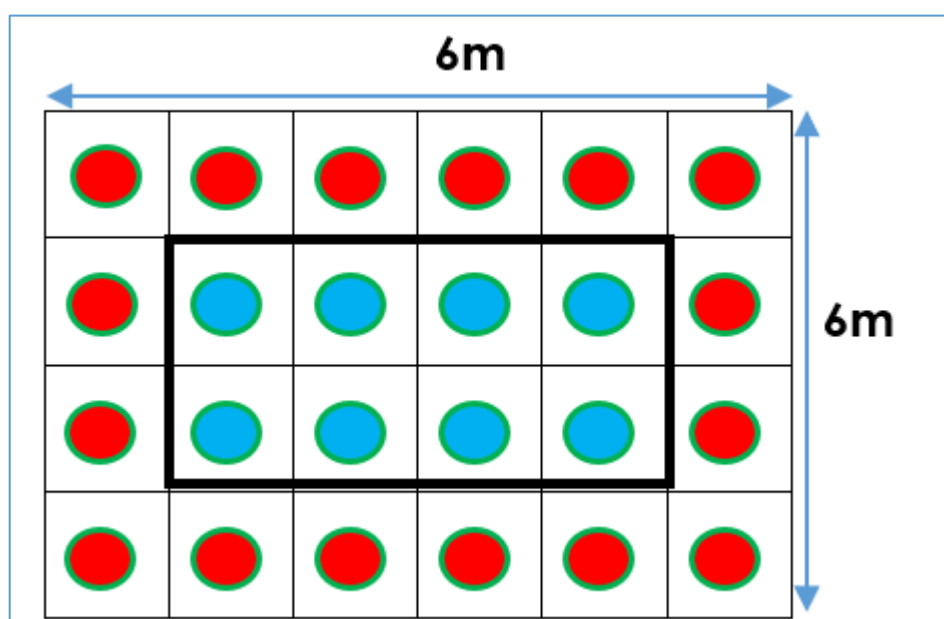


Figura 2. Diseño experimental

La investigación se realizó en condiciones de campo abierto, con una temperatura promedio de 12,9 °C ambiente y una humedad relativa de 85%, en donde se utilizó 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 + biol), además se utilizó como testigo Santanella, dando un total de veinte unidades experimentales, tal como se indica en la Tabla 5.

Tabla 5. Caracterización del diseño experimental

Características	Descripción
Número total de Tratamientos	5
Repeticiones de cada tratamiento	4
Número total de unidades experimentales	20
Numero de plantas por unidad experimental	24
Número total de plantas.	480
Distancia entre plantas	1m
Distancia entre surcos	1,5m
Distancia del camino	0.5
Área de la parcela	36m ² (6x6 m)
Área total del ensayo	816m ²

3.4.3. Distribución de las unidades experimentales

El área de 816 m² utilizada para la presente investigación se distribuye en 20 parcelas experimentales de 36 m². Cada parcela tiene 6 plantas por guacho, con un total de 4 guachos. Se sembró cada plántula a 1m de distancia entre ellas y 1.5 m de distancia entre guachos. La población es representada por 480 plantas en 816 m² dividida en 20 parcelas experimentales de 32 m con 25,5m en cultivos en cada una.

La Figura 3 muestra la distribución de los tratamientos y modelado del ensayo.

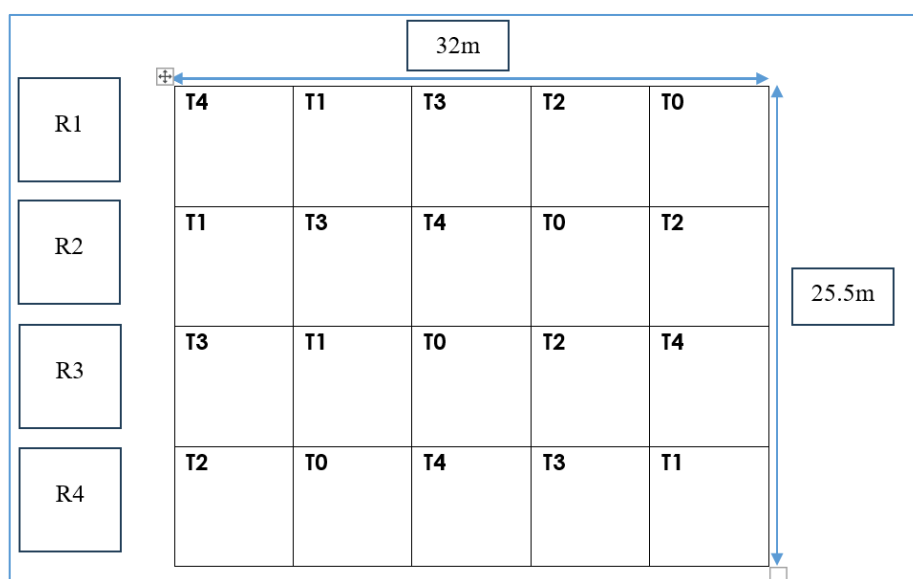


Figura 3. Diseño experimental

3.4.4. Manejo del experimento

3.4.4.1. Variables evaluadas

- a) Número de hojas: El número de hojas fue registrado semanalmente a partir de 8 días después del trasplante por 7 semanas, mediante observación directa.
- b) Número de guías: El conteo de guías se realizó también a partir de 8 días después del trasplante por 7 semanas, registrando la aparición y desarrollo de las estructuras que sostienen el crecimiento rastroso de la sandía.
- c) Longitud de guías: La longitud de las guías fue registrado a partir de 8 días después del trasplante por 7 semanas utilizando un escalímetro. Esta medición permitió determinar el ritmo de crecimiento longitudinal y comparar el comportamiento vegetativo de cada variedad según la mezcla de fertilización aplicada.
- d) Número de flores: El conteo de flores se llevó a cabo desde la floración por 6 semanas, mediante observación directa, permitiendo identificar el inicio y la intensidad de la etapa reproductiva.
- e) Número de frutos: El número de frutos se registró durante las tres cosechas programadas, lo que permitió evaluar la productividad real de cada tratamiento.
- f) Peso de fruto: El peso de cada fruto se midió en kilogramos durante las tomas 1, 2 y 3, utilizando una balanza.
- g) ° Brix: Los grados brix se midió por medio de refractómetro en las 3 cosechas que se realizó en la investigación.
- h) Análisis económico: Realizado de acuerdo con el presupuesto parcial costo/ beneficio para lo cual se registraron los costos de producción.
- i) Rendimiento de las variedades: Después de contabilizar el número de sandías por planta, mismos que se recolectarán y se pesaron para determinar el rendimiento total se cosecharon todos los surcos de la parcela neta. Los resultados serán expresados en kg/ unidad experimental.

3.4.4.2. Materiales

- Estacas
- Rótulos
- Piola
- Alambre

- Cuaderno de campo
- Semilla de sandía (variedad Amphion, Champagne y Santanella)
- Fertilizantes químicos: 30 o 20 g-planta (8-20-20) más BIOL
- Botas, guantes, overol, gorra mascarilla.
- Bomba de fumigar, azadón
- Material para la cosecha (costales, piola, etc.)
- Balanza analítica
- Calculadora

3.4.4.3. Procedimiento

- a) Preparación del terreno: Para preparar el área de la investigación (816 m²) se pasó el tractor con una arrastra y se realizó el surcado para una agilidad de la investigación.
- b) Instalación del experimento: El área se dividió en 20 parcelas (5 tratamientos con 4 repeticiones) cada una con 36m² limitadas con piola y estacas y distinguidas con letreros para la diferenciación de tratamientos y repeticiones.
- c) Fertilización química: Se colocó 30 g de (8-20-20) a los 8 días de su trasplante y en 30 días antes de su floración para el tratamiento 1 y 3. En el tratamiento 2 y 4 se colocará 20 g de (8-20-20) a los 8 días de su trasplante y 30 días antes de su floración.
- d) Fertilización orgánica. Se realizó una fumigación a los 8 días después del trasplante y cada 15 días hasta la cosecha, en drenchs evitando el contacto directo con las hojas contando por 3 segundos en cada planta. Para los tratamientos 1 y 3 la concentración de biol fue 3 litros de Biol más 17 litros de agua. También para los tratamientos 2 y 4 la concentración de Biol fue 6 litros de Biol y 14 litros de agua.
- e) Deshierba y aporque: Se la efectuó cada 21 días después de la siembra. Su forma manual y consiste en alzar la tierra alrededor de la planta por primera vez. Esta técnica sirve para ofrecer soporte, flaquear el suelo y eliminar cualquier tipo de maleza.
- f) Cosecha: La cosecha se la realizó a los 80 a 100 días. Se tomó los datos de las 8 plantas de cada parcela que han sido seleccionadas previamente. Se pesa los frutos cuales se los clasifica en primera, segunda y tercera según su calibre.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos en campo, se realizó la prueba de normalidad de los datos obtenidos mediante el test de Shapiro Wilks; una vez definidos si los datos son paramétricos o no paramétricos, para el caso de los datos paramétricos se utilizó el análisis de varianza (ANOVA), complementando con la prueba de comparación de medidas de Tukey al 5% de significancia, mientras que para los datos no paramétricos se aplicó la prueba de Kruskal & Wallis, y como prueba de significancia la comparación de medidas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Previo al análisis de los datos se aplicó el supuesto de normalidad de Shapiro Wilks (modificado) que permite determinar que los datos se comportan de forma paramétrica o no paramétrica y con ello definir el tipo de análisis estadístico a realizar, como se observa en la tabla 5

Tabla 4. Prueba de normalidad Shapiro Wilks (modificado)

Variables	n	p-valor
Numero de hojas semana 1	20	0,0108 *
Numero de hojas semana 2	20	0,1193 ns
Numero de hojas semana 3	20	0,7315 ns
Numero de hojas semana 4	20	0,6242 ns
Numero de hojas semana 5	20	0,0400*
Numero de hojas semana 6	20	0,0010**
Numero de hojas semana 7	20	0,1733 ns
Numero de guías semana 1	20	0,0712 ns
Numero de guías semana 2	20	0,1129 ns
Numero de guías semana 3	20	0,9637 ns
Numero de guías semana 4	20	0,7681 ns
Numero de guías semana 5	20	0,7251 ns
Numero de guías semana 6	20	0,0017 **
Numero de guías semana 7	20	0,0340 *
Longitud de guías semana 1	20	0,2776 ns
Longitud de guías semana 2	20	0,8949 ns
Longitud de guías semana 3	20	0,9651 ns
Longitud de guías semana 4	20	0,3568 ns
Longitud de guías semana 5	20	0,4867 ns
Longitud de guías semana 6	20	0,7240 ns
Longitud de guías semana 7	20	0,2659 ns
Numero flores semana 1	20	0,1098 ns
Numero flores semana 2	20	0,2784 ns
Numero flores semana 3	20	0,2461 ns
Numero flores semana 4	20	0,5045 ns
Numero flores semana 5	20	0,3447 ns
Numero flores semana 6	20	0,6022 ns
Numero de frutos en cosecha 1	20	0,2951 ns
Numero de frutos en cosecha 2	20	0,1842 ns
Numero de frutos en cosecha 3	20	0,1808 ns
° Brix toma 1	20	0,0148 **
° Brix toma 2	20	0,1190 ns
° Brix toma 3	20	0,011 **
Peso de fruto toma 1	20	0,2400 ns
Peso de fruto toma 2	20	0,0053 **
Peso de fruto toma 3	20	0,0053 **

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

Al realizar la prueba de normalidad de Shapiro Wilks, se observa que las variables número de hojas, número de guías, longitud de guías, número de flores, número de frutos por cosecha, son paramétricas (p-valor >0,05), mientras que las variables peso de frutos por cosecha y grados brix son NO paramétricas (p-valor <0,05).

4.1.1. Variable número de hojas

La Tabla 6 muestra la ANOVA y Tukey para la variable número de hojas por tratamiento por semana.

Tabla 5. ANOVA y Tukey al 5% para la variable número de hojas por tratamiento por semana

Tratamiento	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
T1Champagne(70%8-20-20+30%BIOL)	5.25 B	8.92 B	25.60 B	49.32 A	57.02 B	69.87 B	74.22 B
T2Champagne(50%8-20-20+50%BIOL)	5.34 B	10.55AB	29.03AB	53.85 A	60.58 B	68.82 B	111.31AB
T3-Amphion(70%8-20-20+30%BIOL)	6.72 A	12.29AB	37.36AB	61.60 A	70.49 AB	71.72 AB	129.34 A
T4-Amphion(50%8-20-20+50%BIOL)	7.55 A	13.54AB	40.94 A	65.83 A	75.40 AB	103.5 A	115.19AB
T5- Santanella (100%8-20-20)	4.85 B	15.28 A	39.07AB	49.63 A	87.14 A	73.35 AB	73.89 B
p-valor	0,0028**	0,0274*	0,0190*	0,0543ns	0,0032**	0,0091**	0,0074**
\bar{x} (número de hojas)	5.94	12.12	34.4	46.12	70.13	77.45	100.79
CV	10.17%	19.72%	18.91%	16.19%	16.02%	18.43%	19.93%

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 variedad por semana se observa que en la semana 1,2,3, 5, 6 y 7 hay diferencias estadísticas (p-valor < 0,05), en donde en la semana 1 los mejores tratamientos son el T3 y T4 (6,72 y 7,55 respectivamente), en la semana 2 y 5 el mejor tratamiento es el T5 (15,28 y 87,14 respectivamente), en la semana 3 y 6 el mejor tratamiento es el T4 (40,94 y 103,5 respectivamente), en la semana 7 el mejor tratamiento es el T3 con 129,34 hojas y en la semana 4 no hay diferencias estadísticas (p-valor > 0,05). 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 10,17% al 19,93%.

La Tabla 7 muestra la prueba Tukey para la variable número de hojas por variedad.

Tabla 6. Tukey al 5% para la variable número de hojas por variedad por semana

Variedades	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 5	Semana 6	Semana 7
V1 Champagne	5.29 B	9.73 B	27.31 A	58.80 A	69.35 A	92.77 B
V2 Amphion	7.14 A	12.91 AB	39.15 A	81.27 A	87.62 A	122.27 A
V3 Santanella	4.85 B	15,28 A	27.31 A	70.49 A	73.35 A	73.89 B
p-valor	0,0010**	0,0081**	0,0538ns	0,0575ns	0,2213ns	0,0207*

Leyenda. *=diferencias estadísticas; **= diferencias estadísticas altamente significativas; ns= no diferencias estadísticas;

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable número de hojas por variedad por semana se observa que en la semana 1 y 7 la variedad que mejores resultados obtuvo fue la Amphion con una media de 7,14 y 122,27 respectivamente. En la semana 2 la mejor variedad es la Santanella con una media de 15,28 y en las semanas 3,5, 6 no existe diferencias estadísticas entre variedades.

La Tabla 8 muestra la prueba Tukey para la variable número de hojas por fertilizante.

Tabla 7. Tukey al 5% para la variable número de hojas por fertilizante por semana

Fertilizante	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 5	Semana 6	Semana 7
D1 (70%8-20-20+30%BIOL)	5.99 AB	10.60 B	31.48 A	66.21 A	70.80 A	101.78AB
D2 (50%8-20-20+50%BIOL)	6.44 A	12.04AB	34.99 A	73.86 A	86.17 A	113.25A
D3 (100%8-20-20)	4.85 B	15.28 A	39.07 A	70.49 A	73.80 A	73.89 B
p-valor	0,0058**	0,0028**	0,3744ns	0,3857ns	0,1566ns	0,0402**

Leyenda. p-valor=, *=diferencias estadísticas; **= diferencias estadísticas altamente significativas; ns= no diferencias estadísticas;

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable número de hojas por fertilizante por semana se observa que en la semana 1 y 7 las dosis que mejores resultados obtuvieron fue la D2 (50%8-20-20+50%BIOL) con una media de 6,44 y 113,25 respectivamente. En la semana 2 la mejor dosis es la D3(testigo) (100%8-20-20) con una media de 15,28 y en la semana 3,5, 6 no existe diferencias estadísticas entre los tipos de fertilizante.

Con los datos analizados por tratamiento, variedad y fertilizante para la variable número de hojas por semana se observa una interacción entre la variedad y la dosis de fertilizante utilizado, en donde la mejor interacción es la variedad Amphion en dosis 50% + 50%. Estos resultados son diferentes de los encontrados por Hernández (2022) mostrando que no se presenta una significancia estadística, donde el tratamiento con fertilizante químico presentó el valor medio más alto igual a 16.00 por planta.

4.1.2. Variable número de guías

La Tabla 9 muestra la ANOVA y Tukey para la variable número de guías por tratamiento por semana.

Tabla 8. Tukey al 5% para la variable número de hojas por fertilizante por semana

Tratamiento	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
T1 Champagne(70%8-20-20+30%BIOL)	1.16 B	1.66 B	2.94 A	2.81 A	3.30 A	3.38 A	3.19 A
T2 Champagne(50%8-20-20+50%BIOL)	1.21 B	1.89 AB	2.53 A	2.97 A	3.08 A	3.29 A	4.10 A
T3-Amphion(70%8-20-20+30%BIOL)	1.27 B	1.68 B	2.73 A	3.78 A	3.25 A	3.87 A	4.21 A
T4-Amphion(50%8-20-20+ 50%BIOL)	1.27 B	1.61 B	3.00 A	3.69 A	3.69 A	3.63 A	4.59 A
T5- Santanella (100%8-20-20)	1.70 A	2.63 A	2.70 A	2.89 A	2.93 A	3.09 A	3.27 A
p-valor	0.0003**	0.0111**	0.6136ns	0.0463ns	0.2050ns	0.2100ns	0.0845ns
\bar{x} (número de guías)	1.07	1.89	2.78	3.24	3.25	3.45	3.87
CV	9.21%	19.65%	16.76%	15.87%	13.34%	13.42%	19.42%

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 variedad por semana se observa que para la semana 1 y 2 existen diferencias estadísticas (p-valor <0,05), donde el mejor tratamiento en ambas semanas es el T5- Santanella (100%8-20-20) con medias de 1,70 y 2,63 respectivamente, mientras que para la semana 3, 4, 5, 6 y 7 no hay diferencias estadísticas con un p-valor >0,05. 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 9,21% al 19,65%.

La Tabla 10 muestra la prueba Tukey para la variable número de guías por variedad.

Tabla 9. Tukey al 5% para la variable número de guías por variedad por semana

Variedades	Semana 1	Semana 2
V1 Champagne	1.18 B	1.77 B
V2 Amphion	1.27 B	1.65 B
V3 Santanella	1.70 A	2.63 A
p-valor	<0,0001**	0,0019**

Leyenda. *=diferencias estadísticas; **= diferencias estadísticas altamente significativas; ns= no diferencias estadísticas.

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable número de guías por variedad por semana se observa que en la semana 1 y 2 la variedad Santanella obtuvo mejores resultados con una media 1,70 y 2,63 respectivamente.

La Tabla 11 muestra la prueba Tukey para la variable número de guías por fertilizante.

Tabla 10. Tukey al 5% para la variable número de guías por fertilizante por semana

Fertilizante	Semana 1	Semana 2
D1(70%8-20-20+30%BIOL)	1.21 B	1.67 B
D2(50%8-20-20+50%BIOL)	1.24 B	1.75 B
D3(100%8-20-20)	1.70 A	2.63 A
p-valor	0,0203*	0,00910**

Leyenda. *=diferencias estadísticas; **= diferencias estadísticas altamente significativas; ns= no diferencias estadísticas.

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable número de guías por fertilizante se observa que en la semana 1 y 2 la dosis D3(testigo) (100%8-20-20) obtuvo mejores resultados con una media 1,70 y 2.63 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 la dosis de fertilizante utilizado, en donde la mejor interacción es la variedad Santanella con dosis D3 (100%8-20-20). Estos resultados son similares a los reportados en la investigación de Malán (2020) donde se encontró que el promedio más alto lo obtuvo el tratamiento T1 (100% químico) con 2,50 números de guías por planta.

4.1.3. Variable longitud de las guías

La Tabla 12 muestra la ANOVA para la variable longitud de las guías por tratamiento por semana.

Tabla 11. ANOVA para la variable de longitud de las guías por tratamiento por semana

Tratamientos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
T1Champagne(70%8-20-20+30%BIOL)	26,66A	66,31 A	55,62 A	150,91 A	171,00 A	191,10 A	218,35 A
T2Champagne(50%8-20-20+50%BIOL)	32,46A	62,77 A	62,77 A	147,16 A	181,96 A	216,75 A	251,60 A
T3-Amphion(70%8-20-20+30%BIOL)	30,97A	73,08 A	67,08 A	154,79 A	178,49 A	202,19 A	257,88 A
T4-Amphion (50%8-20-20+50%BIOL)	28,07A	50,74 A	62,53 A	174,03 A	201,24 A	228,44 A	277,78 A
T5- Santanella (100%8-20-20)	23,61A	63,22 A	63,22 A	104,31 A	150,10 A	195,88 A	231,11 A
p-valor	0,203ns	0,2135ns	0,6206ns	0,0522 ns	0,2670 ns	0,6666 ns	0,4404 ns
\bar{x} (longitud de Guías)	28,35	63,22	62,24	146,24	176,56	206,87	247,34
CV	18,70%	19,64%	16,16%	17,99%	17,21%	19,20%	18,70%

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 de longitud de las guías por tratamiento por semana se observa que no hay diferencias estadísticas (p-valor > 0,05) respectivamente. Estos resultados difieren con lo encontrado por Malán (2020) que indica un coeficiente de variación de 0,79% y se encontró significancia estadística entre tratamientos, con un p-valor de 0,0001 <0,05; el promedio más alto

lo tuvo el tratamiento T1 (100% químico) con 1,50 cm en promedio. Este dato también se corrobora con la investigación de Pérez (2021) mencionando que se encontró significancia estadística entre tratamientos; entre los destacados fueron: T4 Testigo convencional (100% químico).

4.1.4. Variable número de flores

La Tabla 13 muestra la ANOVA y Tukey para la variable número de flores por tratamiento por semana.

Tabla 12. ANOVA y Tukey al 5% para la variable número de flores por tratamiento por semana

Tratamientos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
T1Champagne(70%8-20-20+30%BIOL)	1.08 A	2.10 A	2.09 A	2.36 A	2.72 AB	3.77 AB
T2Champagne(50%8-20-20+50%BIOL)	0.99 A	2.15 A	1.98 A	1.98 AB	1.95 BC	2.53 AB
T3-Amphion(70%8-20-20+30%BIOL)	1.05 A	1.76 AB	1.86 A	1.98 AB	2.18 B	2.81 AB
T4-Amphion (50%8-20-20+ 50%BIOL)	0.96 A	2.01 A	1.77 A	2.55 A	3.13 A	3.06 AB
T5- Santanella (100%8-20-20)	0.85 A	1.13 B	1.68 A	1.28 B	1.14 C	4.16 A
p-valor	0.3068ns	0.0081**	0.5466ns	0.0018**	0.0001**	0.0130**
\bar{x} (número de flores)	0.98	1.42	1.87	2.03	2.22	3.26
CV	15.94%	19.25%	19.41%	16.59%	17.36%	18.55%

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 2, 4, 5, y 6 hay diferencias estadísticas (p -valor < 0,05), en donde en la semana 2 los mejores tratamientos son T1, T2 y T4 con medias de 2,10, 2,15 y 2,01 respectivamente, en el caso de la semana 4 los mejores tratamientos son T1 y T4 con 2,36 y 2,55 respectivamente, en la semana 5 el mejor tratamiento es T4 (3,13) y en la semana 6 el mejor tratamiento es el T5 con una media de 4,16 flores y para la semana 1 y 3 no hay diferencias estadísticas con un p -valor > 0,05. 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 15,94% al 19,41%.

La Tabla 14 muestra la prueba Tukey para la variable número de flores por variedad.

Tabla 13. Tukey al 5% para la variable número de flores por variedad por semana

Variedades	Semana 2	Semana 4	Semana 5	Semana 6
V1 Champagne	2.13 A	2.17 A	2.33 A	3.15 AB
V2 Amphion	1.88 A	2.26 A	2.65 A	2.94 B
V3 Santanella	1.13 B	1.28 B	1.14 A	4.16 A
p-valor	0,0029**	0,0020**	0,251ns	0,0436*

Leyenda. *=diferencias estadísticas; **= diferencias estadísticas altamente significativas; ns= no diferencias estadísticas.

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable número de flores por variedad por semana se observa que en la semana 2 los mejores resultados fue Champagne y Amphion con una media de 2,13 y 1,88. En la semana 4 los mejores resultados fue Champagne y Amphion con una media de 2,17 y 2,26 respectivamente. Mientras que, en la semana 6 la mejor variedad es la Santanella con una media de 4.16 y en la semana 5 no existen diferencias estadísticas entre variedad.

La Tabla 15 muestra la prueba Tukey para la variable número de flores por fertilizante.

Tabla 14. Tukey al 5% para la variable número de flores por fertilizante por semana

Fertilizante	Semana 2	Semana 4	Semana 5	Semana 6
D1 -70%8-20-20+30%(BIOL)	1.93 A	2.17 A	2.45 A	3.29 AB
D2 -50%8-20-20+50%(BIOL)	2.08 A	2.26 A	2.54 A	2.80 B
D3 -(100%8-20-20)	1.13 B	1.28 B	1.44 B	4.16 A
p-valor	0,0456*	0,0234*	0,0426*	0,020*

Leyenda. *=diferencias estadísticas; **= diferencias estadísticas altamente significativas; ns= no diferencias estadísticas.

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable número de flores por fertilizante por semana se observa que en la semana 2 los mejores resultados fue las D1 (70% 8-20-20 + 30% BIOL) y D2 (50% 8-20-20 + 50% BIOL) con media de 1,93 y 2,08. En la semana 4 los mejores resultados fue las D1 (70% 8-20-20 + 30% BIOL) y D2 (50% 8-20-20 + 50% BIOL) con media 2,17 y 2,26. En la semana 5 los mejores resultados fue las D1 (70% 8-20-20 + 30% BIOL) y D2 (50% 8-20-20 + 50% BIOL) con media de 2,45 y 2,54 y en la semana 6 con una media de 4.16 la mejor dosis es la D3(testigo) (100% 8-20-20).

Con los datos analizados por tratamiento, variedad y fertilizante para la variable número de flores por semana se observa una interacción entre la variedad y la dosis de fertilizante utilizado, en donde las mejores interacciones son las dos variedades Champagne y Amphion con las dos D3 100% 8-20-20. Estos datos se asemejan a la investigación de Zambrano (2015) donde el tratamiento químico fue superior estadísticamente a los 30 días, mientras que para los 60 y 90 días fueron igual estadísticamente a los demás tratamientos. Asimismo, los resultados de Hernández (2022) demuestran que existe significancia estadística entre tratamientos y número de flores, indicando que tratamiento más significativo fue aquel con fertilizante químico.

4.1.5. Variable número de frutos

La Tabla 16 muestra la ANOVA y Tukey para la variable número de frutos por cosecha por tratamiento.

Tabla 15. ANOVA y Tukey al 5% para la variable número de frutos por cosecha por tratamiento

Tratamientos	Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3	Total
T1- Champagne (70%8-20-20+30%BIOL)	6.25 A	4.50 BC	5.25 A	16,00 AB
T2- Champagne (50%8-20-20+ 50%BIOL)	5.50 AB	6.50 AB	6.25 A	18,25 A
T3- Amphion (70%8-20-20+30%BIOL)	3.25 C	6.75 A	6.00 A	16,00 AB
T4- Amphion (50%8-20-20+ 50%BIOL)	3.75 BC	5.25 AB	5.00 A	14,00 B
T5- Santanella (100% 8-20-20)	2.50 C	2.50 C	1.50 B	6,50 C
p-valor	0.0001**	0.0004**	<0.0001**	<0.0001**
\bar{x} (número de frutos)	4,25	5,10	4,8	14,15
CV	18.35%	19.53%	17.12%	9,91%

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 frutos por cosecha por tratamiento por semana se observa que para la cosecha 1 el mejor tratamiento es T1 con una media de 6,25, en la cosecha 2 el mejor tratamiento es el T3 con una media de 6,75 y en la cosecha 3 los mejores tratamientos son T1, T2, T3 y T4 con una media de 5,25, 6,25, 6,00 y 5,00 de frutos respectivamente. En el total de números de frutos el mejor tratamiento fue T2 (18,25). El coeficiente de variación por semana se encuentra dentro de un rango aceptable (CV<20%) para experimentos en el área agropecuaria con rangos que van desde el 17,12% al 19,53%.

La Tabla 17 muestra la prueba Tukey para la variable número de frutos por cosecha por variedad.

Tabla 16. Tukey al 5% para la variable número de frutos por cosecha por variedad

Variedades	Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3	Total
V1 Champagne	5.88 A	5.50 A	5.75 A	17,13 A
V2 Amphion	3.50 B	6.00 A	5.50 A	15,00 A
V3 Santanella	2.50 B	2.50 B	1.50 B	6,50 B
p-valor	<0,0001**	0,0013**	<0,0001**	<0,0001**

Leyenda. *=diferencias estadísticas; **= diferencias estadísticas altamente significativas; ns= no diferencias estadísticas.

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable número de frutos de la cosecha por variedad se observa que en la cosecha 1 la variedad que mejores resultados obtuvo fue la Champagne con media de 5,88. En la cosecha 2 las variedades con mejores resultados fueron Champagne (5,50) y Amphion(6,00). En la cosecha 3 las variedades con mejores resultados fueron Champagne (5,75) y Amphion (5,50). En el

total de número de frutos en cosecha se destacan las variedades Champagne (17,13) y Amphion con media de 15,00 frutos.

La Tabla 18 muestra la prueba Tukey para la variable número de frutos por cosecha por fertilizante.

Tabla 17. Tukey al 5% para la variable número de frutos por cosecha por fertilizante

Fertilizantes	Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3	Total
D1(70%8-20-20+30%BIOL)	4.75 A	5.63 A	5.63 A	16,00 A
D2(50%8-20-20+50%BIOL)	4.63 A	5.88 A	5.63 A	16,13 A
D3(100%8-20-20)	2.50 B	2.50 B	1.50 B	6,50 B
p-valor	<0,0001**	0,02041*	<0,0001**	0,0289*

Leyenda. *=diferencias estadísticas; **= diferencias estadísticas altamente significativas; ns= no diferencias estadísticas.

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable número de frutos por cosecha por fertilizante se observa que en la cosecha 1 las dosis con mejores resultados fueron D1(70%8-20-20+30%BIOL) y D2 (50%8-20-20+50%BIOL) con medias de 4,75 y 4,63, respectivamente. En la cosecha 2 las dosis con mejores resultados fueron D1(70%8-20-20+30%BIOL) y D2 (50%8-20-20+50%BIOL) con medias de 5,63, 5 y 5,88, respectivamente. En la cosecha 3 los mejores resultados fueron las dosis D1(70%8-20-20+30%BIOL) y D2 (50%8-20-20+50%BIOL) con medias de 5,63 y 5,63, respectivamente. En el total de frutos en cosecha los mejores resultados fueron las dosis D1(70%8-20-20+30%BIOL) y D2 (50%8-20-20+50%BIOL) con medias de 16,00 y 16,13, respectivamente.

Con los datos analizados por tratamiento, variedad y fertilizante para la variable número de frutos por cosecha se observa una interacción entre la variedad y la dosis de fertilizante utilizado, en donde la mejor interacción son las dos variedades Champagne y Amphion en las dos dosis D1(70%8-20-20+30%BIOL) y D2 (50%8-20-20+50%BIOL). Estos resultados son similares a los reportados en la investigación de Malán (2020) donde se encontró que el promedio más alto lo tuvo el tratamiento T2 (75% químico-25%org) con 2,50 números de fruto por planta. Por otro lado, los resultados de la investigación de Pérez (2021) indican que se encontró significancia estadística, no obstante, los promedios más sobresalientes están en el tratamiento testigo convencional (químico) con un valor de 2,74 frutos por planta.

4.1.6. Variable peso de frutos

La Tabla 19 muestra la prueba Kruskal Wallis para el peso de frutos en la cosecha.

Tabla 18. Kruskal Wallis para el peso de frutos en la cosecha por tratamiento

Tratamiento	Peso 1	Peso 2	Peso 3
T1- Champagne (70%8-20-20+30%BIOL)	2.371	1.689	1.540
T2- Champagne (50%8-20-20+ 50%BIOL)	2.339	3.187	1.876
T3- Amphion (70%8-20-20+30%BIOL)	3.345	1.689	2.158
T4- Amphion (50%8-20-20+ 50%BIOL)	3.234	2.895	1.930
T5- Santanella (100% 8-20-20)	2.021	3.187	2.06
p-valor	0.4568ns	0.4568ns	0.4568ns
\bar{x} (Kg)	2,66Kg	2,53kg	1,91kg
CV	21,42%	32,08%	18,88%

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

Para la prueba de Kruskal Wallis al 5% para la variable peso de frutos por cosecha por tratamiento por semana se observa que no hay diferencias estadísticas entre tratamientos. Los coeficientes de variación para el peso 3 se encuentra dentro del rango aceptable (CV <20%) de 18,88%. En los pesos 1 y 2 el coeficiente de variación se encuentra dentro de un rango heterogéneos (CV>20%) para experimentos en el área agropecuaria con rangos que van desde el 21,42% al 32,08%. Sobre esto, en la investigación de Pérez (2021) si se encontró significancia estadística entre tratamientos; los promedios sobresalientes los adquirieron: T4 Testigo convencional (100% químico) con un valor de 6.61 kg. Esto concuerda con Malán (2020) donde se obtuvo que el promedio más alto lo tuvo el tratamiento T1 (T. CONV. 100% químico) con 3,82 kg.

4.1.7. Variable grados brix

La Tabla 20 muestra la prueba Kruskal Wallis para los grados brix por tratamiento en cada toma.

Tabla 19. Kruskal Wallis para los grados brix por tratamiento en cada toma

Tratamientos	Toma 1	Toma 2	Toma 3
T1- Champagne (70%8-20-20+30%BIOL)	10,5812	9,3325	8,29375
T2- Champagne (50%8-20-20+ 50%BIOL)	10,1375	8,12125	9,21875
T3- Amphion (70%8-20-20+30%BIOL)	8,7875	8,0375	10,3875
T4- Amphion (50%8-20-20+ 50%BIOL)	7,7375	6,8875	10,375
T5- Santanella (100%) (8-20-20)	6,9562	6,9375	7,15125
P-valor	0.4568ns	0.4568ns	0.4568ns
\bar{x} (° Brix)	8,83°	7,85 °	9,08°
CV	19.33%	14,25%	16,83%

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

Para la prueba de Kruskal Wallis al 5% para la variable grados brix por tratamiento por toma se observa que no hay diferencias estadísticas entre tratamientos. 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 14,25% al 19,33%. Este comportamiento coincide con lo señalado por Huang et al. (2022), quienes indican que los ° Brix en sandía depende fuertemente del genotipo y de la etapa de maduración más que el manejo nutricional.

4.1.8. Variable rendimiento

La Tabla 21 muestra la ANOVA y Tukey para la variable rendimiento por tratamiento.

Tabla 20. ANOVA y Tukey al 5% para la variable rendimiento por tratamiento

Tratamiento	Rendimiento ton*ha ⁻¹
T1- CHAMPAGNE (70%+30%) (8-20-20+BIOL)	10,50 B
T2- CHAMPAGNE (50%+50%) (8-20-20+BIOL)	11,85 AB
T3- AMPHION (70%+30%) (8-20-20+BIOL)	14,80 A
T4- AMPHION (50%+50%) (8-20-20+BIOL)	13,00 C
T5- SANTANELLA (100%) (8-20-20)	5,52 C
p-valor	<0.0001**
\bar{x} (ton*ha ⁻¹)	11,134
CV	14,28%

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 tratamiento se observa que el mejor tratamiento es el T3 (AMPHION (70%8-20-20+30%BIOL) con la media de 14,80 ton*ha⁻¹. El coeficiente de variación se encuentra dentro de un rango aceptable (CV<20%) para experimentos en el área agropecuaria con 14,28%.

La Tabla 22 muestra la prueba Tukey para la variable rendimiento ton*ha⁻¹ por variedad.

Tabla 21. Tukey al 5% para la variable rendimiento ton*ha⁻¹ por variedad

Variedad	Rendimiento ton*ha ⁻¹
V1 Champagne	11,17 B
V2 Amphion	13,90 A
V3 Santanella	5,52 C
p-valor	<0.0001**

Leyenda. *=diferencias estadísticas; **= diferencias estadísticas altamente significativas; ns= no diferencias estadísticas.

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento por variedad se observa que la variedad que mejores resultados obtuvo fue la Amphion con una media de 13,90.

La Tabla 23 muestra la prueba Tukey para la variable rendimiento ton*ha-1 por fertilizante.

Tabla 22. Tukey al 5% para la variable rendimiento ton*ha-1 por fertilizante

Fertilizante	Rendimiento ton*ha ⁻¹
D1 (70%8-20-20+30%BIOL)	12,65 A
D2 (50%8-20-20+50%BIOL)	12,42 A
D3 (100%8-20-20)	5,52 B
p-valor	<0.0001**

Leyenda. *=diferencias estadísticas; **= diferencias estadísticas altamente significativas; ns= no diferencias estadísticas.

Para la prueba de Tukey al 5% para la variable número de hojas por fertilizante por semana se observa que las dosis que mejores resultados obtuvo fueron las dosis D1 (70%8-20-20+30%BIOL) una media de 12,65 y D2 (50%8-20-20+50%BIOL) con media de 12,42 respectivamente.

Con los datos analizados por tratamiento, variedad y fertilizante para la variable rendimiento de ton*ha-1 se observa una interacción entre la variedad y la dosis de fertilizante utilizado, en donde las mejores interacciones es la variedad Amphion con las dos dosis D1 (70%8-20-20+30%BIOL) o D2 (50%8-20-20+50%BIOL). Estos datos distan de la investigación de Malán (2020) donde el promedio más alto lo tuvo el tratamiento T1 (T. CONV. 100% químico) con 41108,70 kg/ha de rendimiento. En cuanto a la investigación de Pérez (2021) el mayor promedio lo obtuvo el T4 Testigo convencional (100% químico) con un valor de 22648.88 kg/ha de rendimiento.

La Tabla 24 muestra el costo / beneficio por ha por tratamiento.

Tabla 24. Costo / beneficio por ha por tratamiento.

Tratamiento	Costo de manejo (USD)	Costo de semilla (USD)	BIOL (USD)	Fertilización (USD)	Costo total (USD)	Producción (unidad)	Rendimiento (unidad)	Valor de venta (USD)	Costo/beneficio
T1 Champagne (70 % + 30 %) (8-20-20 + BIOL)	4,103.8	500	100	576	5,279	6.83	34,150	51,225	9.70
T2 Champagne (50 % + 50 %) (8-20-20 + BIOL)	4,103.8	500	200	576	5,379	6.00	30,000	45,000	8.36
T3 Amphion (70 % + 30 %) (8-20-20 + BIOL)	4,139.8	500	100	540	5,279	6.00	30,000	75,000	14.21
T4 Amphion (50 % + 50 %) (8-20-20 + BIOL)	4,139.8	500	200	540	5,379	6.16	30,800	77,000	14.31
T5 Santanella (100 %) (8-20-20)	4,253.8	350	0	576	5,179	5.75	28,750	57,500	11.10

En la tabla del análisis económico se observa que los mejores tratamientos son T3 y T4 con un valor de venta del 75000 y 77000 USD por Ha, respectivamente obteniendo un costo-beneficio en donde por cada dólar invertido se obtuvo un

índice de 14,21 y 14,31 respectivamente. Estos resultados confirman que la combinación del cultivo de sandía, al optimizar el uso de los insumos y maximizar el rendimiento productivo es más rentable (Barrios, 2023)

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Para las variables número y longitud de guías, peso del fruto y grados brix no se observó diferencias estadísticas tanto entre variedades evaluadas como fertilizante, por lo que se puede concluir que todas las variedades se comportaron de igual forma bajo las condiciones del Centro Experimental Alonso Tadeo.
- Para las variables número de hojas, número de flores, número de frutos y rendimiento se observa comportamiento diferenciado entre las variedades estudiadas, en donde la variedad Santanella fue la mejor en número de flores, la variedad Champagne para el número de frutos, y la variedad Amphion fue la mejor en número de hojas y rendimiento. Además, se observa un aporte significativo de la combinación de fertilizante químico y orgánico en las variables evaluadas.
- El análisis de costo beneficio permitió identificar que el T3 y T4 fueron las que mejor relación tienen con índices de 13,69 y 14,31 respectivamente, haciendo referencia a la variedad Amphion y la fertilización química combinada con la orgánica.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para las condiciones del Centro Experimental Alonso Tadeo. la siembra de la variedad Amphion con fertilización química combinada con orgánica ya que obtuvo los mejores rendimientos y relación costo beneficio, esto a pesar que ninguna de las variedades en estudio alcanzo 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 sandias debe utilizarse bajo un régimen de riego efectivo en cantidad y frecuencia.

- Se recomienda realizar futuras investigaciones con sandía en el centro exp Alonso, evaluando variables fitosanitarias y de régimen de riego para determinar la variedad que mejor adaptabilidad presenta.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcívar, W., Alcívar, S., & Gavilanez, C. (2025). Estudio comparativo del comportamiento agronómico de tres híbridos de *Citrullus Lanatus* Bajo Condiciones de Campo en el Cantón Valencia, Ecuador. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 9(2), 8408-8421. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10209495>
- Arboleda, J. (2022). *Evaluación del efecto del estrés hídrico de cuatro láminas de riego en las fases fenológicas agronómicas y su influencia en las características bromatológicas del fruto en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus), en la finca La Dolorosa*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://repositorio.puce.edu.ec/items/af18c00a-4973-4d6f-b811-9a8c4c530864>
- Báez, H. (2024). *Respuesta del cultivo de sandía (Citrullus lanatus) a dosis de fósforo y estiércol vacuno*. Universidad Nacional de Asunción. https://pubiabm.com.py/wp-content/uploads/2024/07/Hugo-Javier-Baez.TFG_.pdf
- Barrios, P. (2023). *Rendimiento y Calidad de Nueve Híbridos de Sandía (Citrullus lanatus) Bajo Manejo Orgánico*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c0bad3d8-68a2-4909-a3f9-e2f3844ae9af/content>
- Begambre, L. (2020). *Estudio Monográfico Sobre el Uso y Aplicaciones del Aceite y la Semilla de Sandía (Citrullus lanatus)*. [Tesis de pregrado; Universidad de Córdoba]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/9fb1e817-4a4b-4e28-a652-9d23a56ace44/content>
- Castro, C., Vera, M., Indacochea, B., Valverde, Y., & Gabriel, J. (2018). Control etológico de *Thrips* sp.(Insecta: Thysanoptera) y *Spodoptera* spp.(Lepidoptera: Noctuidae) con fermentos naturales en sandía (*Citrullus vulgaris* L.). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 9(2), 104-112. http://scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s2072-92942018000200006
- Castro, J. (2022). *Principales insectos plagas en el cultivo de melón (Cucumis melo L.)*. Universidad Técnica de Babahoyo. <https://dspace.utb.edu.ec/items/b59ab896-3067-4b55-9008-3b84cb12b9f4>
- Cohen, C., Rodríguez, J., & Salgado, R. (2018). Modelado del Microclima de un Cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*) en la Sub-región Sabana del

Departamento de Sucre, Colombia. *Información Tecnológica*, 29(5), 335-344.
https://scielo.cl/pdf/infotec/v29n5/0718-0764-infotec-29-05-00335.pdf?utm_source

Díaz, D. (2024). *Análisis del efecto de las condiciones climáticas en el desarrollo y producción del cultivo de sandía*. Universidad Técnica de Babahoyo.
<https://dspace.utb.edu.ec/items/8f1a5582-10fa-4ebe-9ed1-cde2645f6f4f>

Flores, J. (2017). *Producción de tres variedades híbridas de sandía (Citrullus lanatus Thunb. Mansf.) Santa Amelia, Riverside y Alexander, injertado y sin injertar bajo las condiciones edafoclimáticas del valle de Moquegua, verano 2016*. Universidad José Carlos Mariátegui.
<https://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/212>

Ganchozo, B., & Espinosa, J. (2024). *Familias élite de medios hermanos de melón criollo (Var. Cantalupo) Evaluación y Selección*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/abeb3fba-92e4-4bde-9245-2d2bf87f046d/content>

Gras, R., & Mantuano, N. (2024). *Uso de fertilizantes químicos y su efecto en la degradación de suelo agrícola en la finca Alejandro Ponce, Parroquia La América*. Universidad Estatal del Sur de Manabí.
<https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/6188>

Hernández, M. (2022). *El cultivo de sandía (Citrullus lanatus (Thunb)) en alta densidad y su respuesta a tres abonos orgánicos más micorrizas comerciales y una fertilización química*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.
<https://www.sidalc.net/search/Record/dig-uacaan-mx-123456789-48861/Description>

Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Mc Graw Hill Education.
https://books.google.com.co/books?id=5A2QDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Huang, J., Zou, T., Hu, H., Xiao, X., Wang, Z., Li, M., & Dai, S. (2022). Automatic Brix measurement for watermelon breeding. *Applied Sciences*, 12(23), 1-10.
<https://www.mdpi.com/2076-3417/12/23/12227>

Iglesia, C. (2021). *Manejo del cultivo de sandía [Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. & Nakai.] para la obtención de primicia en el Norte de la Provincia de Corrientes*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Nordeste Facultad de Ciencias Agrarias].
https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/55644/RIUNNE_FCA_FG_Iglesia_C.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- León, Á., Arzube, M., Catuto, D., & Hidalgo, G. (2018). Comportamiento productivo de la sandía (*Citrullus lanatus*) bajo el efecto de diferentes láminas de riego en Santa Elena, Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 5(2), 6-9. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-76972018000200006&script=sci_arttext
- León, J. (2022). *Prácticas de poda en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus)*. Universidad Técnica de Babahoyo. <https://dspace.utb.edu.ec/items/9db4b40f-e575-46b8-9e0d-f17b7bcd4257>
- Luna, K., Albuja, M., Aragón, P., & Basantes, F. (2019). Niveles de diversificación de ingresos económicos en hogares agropecuarios de la parroquia La Paz, Carchi, Ecuador. *Natura@ economía*, 4(1), 14-23. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9095430>
- Malán, J. (2020). *Efecto de la fertilización orgánica, como sustituto parcial de la fertilización sintética, en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus T.), Simón Bolívar - Guayas*. Universidad Agraria del Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MALAN%20CHACHO%20JEFFERSON%20OCTAVIO.pdf>
- Masih, A., Kaur, M., & Singh, B. (2021). Watermelon (*Citrullus Lanatus*): A Comprehensive Review. *International Journal of All Research Education and Scientific Methods (IJARESM)*, 9(5), 3628-3645. https://www.researchgate.net/publication/354340691_Watermelon_Citrullus_Lanatus_A_Comprehensive_Review
- Meneses, B., & Chura, E. (2022). *Comparativo de dos tipos de Biol aplicados con diferentes dosis en la producción de plántulas de rocoto (Capsicum pubescens) en el vivero centralizado de Yanahuaya-Sandia - Puno*. Universidad Nacional del Altiplano. <https://agris.fao.org/search/en/providers/125062/records/674979817625988a37222830>
- Montenegro, G., & Mora, S. (2017). Diagnóstico de la tecnología utilizada en el sector papicultor del Carchi. *SATHIRI*, 12(1), 117-124. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=dXvSGKAAAAAJ&citation_for_view=dXvSGKAAAAAJ:u-x6o8ySG0sC
- Montenegro, S., Calderón, L., & Parra, B. (2024). Inoculantes biológicos: oportunidades y desafíos para la sustentabilidad agrícola y bioeconomía colombiana. Una revisión. *RIAA*, 15(2), 11-24. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9680927>
- Montoya, K. (2022). *Control químico de trips Frankliniella occidentalis Pergande, 1895 en cultivo de sandía Citrullus lanatus Thunb, 1916*. Universidad Técnica de Babahoyo. <https://dspace.utb.edu.ec/items/c60947fc-2e83-4aa9-a619-43f9db55ada8>

- Morocho, A. (2022). *Evaluación del comportamiento agronómico de tres híbridos de sandía (Citrullus lanatus) con tres distancias de siembra en el cantón Joya de Los Sachas, provincia de Orellana*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/e10a8ab6-78f3-47dc-a81b-59cd25dc2bed>
- Navarrete, R. (2023). *Comportamiento agronómico del zucchini (Cucurbita pepo) con diferentes*. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/4657/1/ULEAM-AGRO-0172.pdf>
- Pacherre, L. (2022). *Comercialización de los frutos de sandía (Citrullus lanatus, L.) en la Costa Ecuatoriana*. Universidad Técnica de Babahoyo. <https://dspace.utb.edu.ec/items/5be41231-66bf-4890-87cd-a6e027352f0b>
- Pérez, D. (2021). *Uso de mezclas de abonos orgánicos en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus L.) variedad Royal Charleston recinto Bijagual - cantón Salitre*. Universidad Agraria del Ecuador. [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PEREZ%20FAJARDO%20DENISSE%20JOHANNA\(1\).pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PEREZ%20FAJARDO%20DENISSE%20JOHANNA(1).pdf)
- Pérez, D. (2021). *Uso de mezclas de abonos orgánicos en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus L.) variedad Royal Charleston recinto Bijagual - cantón Salitre*. Universidad Agraria del Ecuador. [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PEREZ%20FAJARDO%20DENISSE%20JOHANNA\(1\).pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PEREZ%20FAJARDO%20DENISSE%20JOHANNA(1).pdf)
- Quispe, W. (2020). *Evaluación del rendimiento y la calidad en Citrullus lanatus "sandía" utilizando biol, en el caserío Pucalpilllo Ucayali 2019*. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía. <https://repositorio.unia.edu.pe/items/9158ebd4-4af7-40ce-9e04-ad2e776768ae>
- Sánchez, M. (2024). *Efectos del biol como complemento a la fertilización nitrogenada en la producción y calidad del cultivo de sandía (Citrullus lanatus L.)*. Universidad Privada Antenor Orrego. <https://repositorio.upao.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/7016dc7e-b4cd-4a37-9a5b-a529ec498d86/content>
- Takii Seed. (2025). *VEGETABLE CATALOG*. <https://www.takiiseed.com/varieties/fruit-crops/watermelon/>
- Valdez, N. (2022). *Principales enfermedades que se presentan en el cultivo de sandía (Citrullus lunatus) en el Ecuador*. Universidad Técnica de Babahoyo. <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11303>
- Vida Rural Solutions. (25 de junio de 2021). *Efecto de la introducción del aliso intercalado en el cultivo de sandía sobre la abundancia de plagas y*



enemigos naturales. <https://www.agronegocios.es/vida-rural-solutions/articulo/efecto-de-la-introduccion-del-aliso-intercalado-en-el-cultivo-de-sandia/>

Zambrano, N. (2015). *Comportamiento agronómico del cultivo de sandía (Citrullus lanatus L) con fertilización orgánica*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/44a1566e-69a1-4b8f-8fc8-79ea9c81a33c/content>

Zurita, Á. (2022). *Principales Plagas en el Cultivo de Sandía (Citrullus lanatus) en el Litoral Ecuatoriano*. Universidad Técnica de Babahoyo. <https://dspace.utb.edu.ec/items/29f35ef9-ee55-4b9d-9f11-96b2d7604fc6>

VII. ANEXOS

Anexo 3. Acta de la sustentación de Predefensa del 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

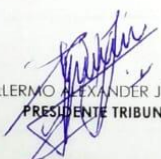
ESTUDIANTE: Benavides Caicedo Karla Mayerline	CÉDULA DE IDENTIDAD: 0402053789
PERIODO ACADÉMICO: 2025 B	
PRESIDENTE TRIBUNAL: MSC. GUILLERMO ALEXANDER JÁCOME SARCHI	DOCENTE TUTOR: MSC. EDISON MARCELO IBARRA ROSERO
DOCENTE: MSC. HADDY DANIELA JÁCOME LUCERO	
TEMA DEL TIC: Evaluación de la adaptabilidad de dos variedades de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) con fertilización combinada (química más orgánica) en el Centro Experimental Alonso Tadeo-UPEC.	


No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7.00	Detallar en los objetivos específicos Adaptabilidad productiva
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7.00	
3	METODOLOGÍA	7.00	Actualizar la tabla de Operacionalización de variables / Tabla de tratamientos / Describir el tipo de diseño empleado Factorial 2x2+1
4	RESULTADOS	7.00	Actualizar el formatos de las tablas ANOVA incluir los p valor de los factores de estudio / Corregir los valores promedio de las variables / Revisar Costo beneficio
5	DISCUSIÓN	7.00	Considerar la discusión con las fichas técnicas de las variedades de sandía
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7.00	Actualizarlas en función a los objetivos de la investigación
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7.00	Mejorar la presentación de las laminas 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 Tulcán el lunes, 22 de diciembre de 2025


 MSC. GUILLERMO ALEXANDER JÁCOME SARCHI
PRESIDENTE TRIBUNAL


 MSC. EDISON MARCELO IBARRA ROSERO
DOCENTE TUTOR


 MSC. HADDY DANIELA JÁCOME LUCERO
DOCENTE

Anexo 4. Certificado del 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: Karla Mayerline Benavides Caicedo

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. Analisis Costo/Beneficio por Ha en el cultivo de sandia

Costo de producción de la sandía para Ha				
Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Preparación de terreno				
Arada y rastra	2	Tractor	130	260
Surcado y trasplanté	18	Jornal	18	324
Control Fitosanitario				
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
Insumos				
Semilla Hibrida	5000	Semillas	0,1	500
Biol	200	Lt	1	200
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
Enraizarte	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				5109,8

Anexo 4. Ficha técnica de la variedad Amphion




Sandía
AMPHION F1

Descripción



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>Fon 0 y 1</i> - <i>Fusarium oxysporum fsp. niveum razas 0 y 1</i>
Ciclo de vida	• Dias 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

📞 +593 98 406 5909
📱 @sursemillas
📷 @sursemillas

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.

© 2020 Copyright Sursemillas. Todos los derechos reservados.
Versión 1.0 - Fecha de publicación: Julio 2020

Anexo 5. Ficha técnica de la variedad Champagne




Sandía
CHAMPAGNE F1

Descripción



Características

Tipo	• Icebox / Yellow Flesh
Adaptabilidad	• 0 - 1200 msnm
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> • Cáscar 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	• Dias 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

📞 +593 98 406 5909
📱 @sursemillas
📷 @sursemillas

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.

© 2020 Copyright Sursemillas. Todos los derechos reservados.
Versión 1.0 - Fecha de publicación: Julio 2020