UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA

Efectos de combinaciones nutricionales en la etapa inicial de producción en el cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth.)

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
INGENIERA AGRÓNOMA

Autora: Lagua Chasi Emily Estefanía

Tutor: Ing. Mg. Valle Velastegui Edgar Luciano

CEVALLOS – ECUADOR

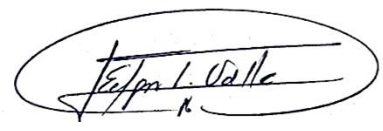
2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación sobre el tema: Efectos de combinaciones nutricionales en la etapa inicial de producción en el cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth.) de la alumna Lagua Chasi Emily Estefanía, estudiante de la carrera de Agronomía, expongo que dicho Trabajo de Titulación ha sido revisado en su totalidad, el mismo que responde a las normas establecidas en el **Reglamento para la titulación de grado en la Universidad Técnica de Ambato**.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para ser sometido a la evaluación de los profesores calificadores designados por **Consejo Directivo de la Facultad**.

Cevallos, junio 2026



Ing. Mg. Valle Velastegui Edgar Luciano

TUTOR

AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACION

El suscrito Lagua Chasi Emily Estefanía, portadora de cédula de ciudadanía número 1850428101, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final Proyecto de Investigación Titulado: "Efectos de combinaciones nutricionales en la etapa inicial de producción en el cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth.)" es original autentico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es expresamente de mi responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

Cevallos, junio del 2026



Lagua Chasi Emily Estefanía

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: Efectos de combinaciones nutricionales en la etapa inicial de producción en el cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth.) como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniera Agrónoma en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad. Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial. Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final o de parte de él.

Cevallos, Junio del 2026



……..

Lagua Chasi Emily Estefanía

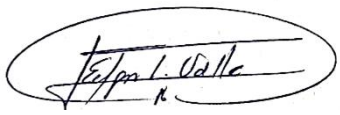
AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el Trabajo de Titulación, Efectos de combinaciones nutricionales en la etapa inicial de producción en el cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth.) de Lagua Chasi Emily Estefanía, estudiante de la carrera de Agronomía, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de conformidad con el Reglamento para la Titulación de Grado para obtener el título terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato, una vez revisado y calificado.

Cevallos, junio del 2026

REVISADO POR



…….……..

Ing. Mg. Valle Velastegui Edgar Luciano

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN

Para constancia firman:



……

Ing. Vásquez Freytez Carlos Luis, PhD.

PRESIDENTE



……..……

Ing. Pérez Salinas Marco Oswaldo PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



……..……

Ing. Santana Mayorga Rita Cumanda Mg.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

DEDICATORIA

*A **Dios** por permitirme estar en el lugar en el que hoy me encuentro por acompañarme en cada paso de mi vida y nunca abandonarme ante ninguna circunstancia. Por guiar mi camino y por poner en él a tantas personas maravillosas que han sumado en mi formación tanto personal como académica.*

*A mis padres, **Rubén Lagua** y **Gloria Chasi**, por todo el esfuerzo que han hecho por mí, por seguir adelante incluso con heridas en el alma. No alcanzan las palabras para expresar cuán agradecida estoy por cada momento vivido porque cada uno de ellos nos ha hecho más fuertes y más unidos permitiéndome llegar hasta este punto. A mi padre por darme todo lo que necesitaba incluso cuando él no lo tenía; por creer en mí y darme fuerzas en cada paso que doy. A mi madre por ser mi amiga, por confiar en mí y por guiar mi camino con amor y paciencia. Este logro es de ustedes, porque sin su esfuerzo y sacrificio yo no sería quien soy hoy.*

*Dedico también este esfuerzo de manera muy especial a mi hermano **Walter Lagua**, la persona que más he amado en mi vida. Con quien compartí innumerables anécdotas y experiencias con quien aprendí a apoyarme y a salir adelante. Gracias por cuidarme, por enseñarme a montar bicicleta y sin saberlo enseñarme también una de las lecciones más grandes de la vida: caer y levantarse sin rendirse jamás, por confiar en mí, por cada sonrisa que me sacaba cada día, por tantos momentos que compartimos así hayan sido bueno y malos los volvería a vivir contigo, tal vez tuvimos diferencias pero fuiste y serás la persona que más he admirado por tu fortaleza, fuerza y valentía. Fuiste testigo de mi inicio en la universidad aunque no podrás verme culminarla. Aun así vives en cada momento de mi vida, te llevo siempre en mis pensamientos, en mi corazón y en mis sueños, este esfuerzo también es tuyo, cada logro lo honro en tu nombre. Gracias por todo, estoy orgullosa y agradecida por haber tenido el honor de compartir 19 años de mi vida contigo y de haber tenido el privilegio de poder llamarte hermano.*

A todas las personas que Dios puso en mi camino, porque cada una dejó una huella en mi vida.

A mis padrinos ***Ing. Iván Patricio Ortiz*** *y* ***Mrs. Susana Yánez****, por su apoyo en mi formación académica por su paciencia y por compartir conmigo sus conocimientos, los cuales serán una base importante para mi futuro. Gracias también por cada gesto de generosidad, por la paciencia que tuvieron, por su amabilidad.*

A mi madrina, por ser mi compañía en un entorno nuevo para mí, por nuestras conversaciones, por las risas compartidas y por hacerme sentir acogida. A su familia por recibirme con tanto cariño y regalarme siempre una sonrisa sincera.

A todas aquellas personas que sin compartir un lazo de sangre me ayudaron a sobrellevar el dolor más grande de mi vida: la pérdida de mi hermano.

A ustedes, ***Jesica****,* ***Antonio****,* ***Tannia****,* ***Manuel*** *y a sus hijos, gracias por no dejarme caer en la soledad, por acompañarme, por distraer mi mente y por hacerme sentir parte de su familia. Gracias por incluirme en sus vidas y por haber considerado a mi hermano como uno más de ustedes.*

A mis tíos: ***Mónica Manotoa*** *y* ***Pablo Tisalema*** *a quien considero una segunda madre, y a mis primos, mis segundos hermanos, con quienes crecí y compartí tantos momentos importantes de mi vida.*

A mis abuelitos, ***María Lagua****,* ***Jorge Manotoa*** *y* ***Carmen Amelia Chasi****, por su amor, su confianza y su comprensión. Gracias por apoyarme en cada paso que doy y por enseñarme a afrontar mis errores con valentía.*

AGRADECIMIENTOS

Agradezco con infinitud a Dios por regalarme inteligencia, sabiduría y fortaleza para afrontar cualquier situación y seguir adelante por qué solo él sabe todo el proceso que he tenido que pasar para estar aquí.

A los docentes que eh tenido el honor de conocer a lo largo de mi formación académica ya que cada uno de ellos ha aportado conocimientos y valores que son importantes en la vida no solo nos inculcaron bases para aplicarlas en el mundo real sino también nos brindaron consejos y nos enseñaron a creer en nosotros a no conformarnos con ser uno del montón sino a seguir nuestros sueños aunque parezca imposibles, y a esforzarnos cada día. Nos motivaron a desarrollar liderazgo, iniciativa y confianza en nuestras capacidades, se los agradezco infinitamente.

Expreso mi más grande gratitud a mi tutor Ing. Edgar Luciano Valle por su guía e infinita paciencia durante el desarrollo del trabajo. Su conocimiento y consejos fueron fundamentales para desarrollar y fortalecer este proyecto.

A la Universidad Técnica de Ambato por darme la oportunidad de estudiar una carrera que me permitió conocer muchos lugares y tener el conocimiento que la agricultura es una rama muy amplia e importante, por permitirme experimentar una de las experiencias más valiosas de mi vida.

A todas las personas y amistades que conocí a lo largo de mi formación académica, gracias por cada experiencia y enseñanza que dejaron en mi vida, especialmente a esas amistad que sin previo aviso llegaron pero sin imaginar sería una de las más sinceras, gracias por formar parte de mi vida por tantas risas, consejos, experiencias y tantas lagrimas que compartimos, Agradezco especialmente a Mabel y Mati por ser unas amigas de verdad.

INDICE GENERAL

A. PAGINAS PRELIMINARES

PORTADA……i

APROBACIÓN DEL TUTOR ii

AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACION iii

DERECHOS DE AUTOR iv

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO v

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTOS viii

INDICE GENERAL ix

INDICE DE TABLAS xii

INDICE DE FIGURAS xiii

INDICE DE ANEXOS xiv

RESUMEN EJECUTIVO xv

ABSTRACT xvi

CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO 1

Introducción 1

1.1. Antecedentes Investigativos 3

1.2. Bases teóricas 4

1.2.1. Mora 4

1.2.2. Clasificación Taxonómica. 5

1.2.3. Variedades cultivadas 5

1.2.4. Condiciones climáticas. 5

1.2.5. Morfología. 6

1.2.6. Fenología 6

1.2.7. Estados fenológicos descritos por U. Graber 7

1.2.8. Escala BBCH. 9

1.2.9. Valor nutricional 9
1.2.10. Aplicaciones foliares 10
1.2.11. Calcio (Ca) 10
1.2.12. Boro (B) 10
1.2.13. Zinc (Zn) 11
1.2.14. Potasio (K) 11
1.2.15. Ácidos Fúlvicos 12
1.2.16. Carbofusion Ca, B, Zn 12
1.2.17. Kalimax K30 13
1.2.18. QUELADDOR GOLD 13
1.3. Objetivos 13
1.3.1. Objetivo General 13
1.3.2. Objetivos Específicos 14
CAPITULO II.-METODOLOGIA 15
2.1. Área de estudio 15
2.1.1. Modalidad de investigación 16
2.2. Equipos y Materiales 16
2.2.1. Equipos 16
2.2.2. Materiales 16
2.3. Factores de estudio 17
2.4. Diseño Experimental 18
2.4.1. Esquema del diseño experimental 19
2.4.2. Características de la unidad experimental 19
2.5. Hipótesis 19
2.6. Metodología 20
2.6.1 Material vegetal 20
2.6.2. Manejo del experimento 20
2.7. Análisis estadístico 23
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN 24

3.1. Porcentaje de flores no fecundadas (%) 24
3.2. Porcentaje de cuajado de frutos 26
3.3. Diámetro del fruto cuajado 27
3.3.1. Diámetro polar del fruto 27
3.3.2. Diámetro ecuatorial del fruto. 29
3.4. Comprobación de la hipótesis 30
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 30
4.1. Conclusiones 31
4.2. Recomendaciones 31
CAPITULO V.– REFERENCIA 32
Anexos 37

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. *Taxonomía de la mora.* 5

Tabla 2. *Estados fenológicos y sus características en mora de Castilla (Rubus glaucus Benth.)* 8

Tabla 3. *Duración de estados fenológicos del fruto de mora de Castilla* 8

Tabla 4. *Estados fenológicos descritos por Garber y la escala BBCH adaptada para especies del género Rubus*..... 9

Tabla 5. *Factores de estudio*..... 17

Tabla 6. *Tratamientos evaluados*..... 22

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. *Ubicación del área de estudio* 15

Figura 2. *Esquema de la distribución en campo* 19

Figura 3. *Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de Flores no fecundadas (%)* 24

Figura 4. *Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de cuajado del fruto* 26

Figura 5. *Prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro polar del fruto.* 28

Figura 6. *Prueba Tukey al 5% para la variable del diámetro ecuatorial en el fruto cuajado de mora* 29

INDICE DE ANEXOS

Anexos 1. *Fichas técnicas de productos utilizados* 37

1.1. Kalimax K 37

1.2. *Ficha técnica Carbofusión Ca, B, Zn Ca, B, Zn* 38

1.4. *Ficha técnica de Queador Gold* 39

Anexo 2.- *Labores a realizar antes de la aplicación* 39

2.1. *Poda liguera* 39

2.2. *Deshierbe manual* 40

2.3. *Aplicación abono orgánico* 40

1.4. *Selección de botones florales* 41

Anexo 3 - *Aplicaciones tratamientos* 41

3.1. *Primera Combinación* 41

3.2. Segunda Combinación 42

3.3. Pulverización en el área experimental, Medición de Ph 43

Anexo 4.-*Recolección de datos* 44

4.2. *Diametro Ecuatorial y polar* 45

Anexo 5.- *Recoleccion datos hojas excel* 45

5.1. *Datos flores no fecundadas* 45

5.2. *Datos del cuajado de frutos* 45

5.3. *Datos diametro polar y ecuatorial (mm)* 46

Anexo 6.- *Observaciones visuales* 49

Obervaciones visuables en el tratamiento T3 49

RESUMEN EJECUTIVO

La mora (*Rubus glaucus* Benth.) constituye uno de los cultivos frutícolas de mayor importancia económica en las regiones andinas del Ecuador debido a su alta demanda en el mercado. Sin embargo durante la etapa reproductiva es frecuente observar un bajo porcentaje de cuajado, flores no fecundadas y un deficiente desarrollo inicial de los frutos lo que reduce el rendimiento y calidad de la producción. Esta problemática está asociada entre otros factores con la limitada movilidad del (Ca), (B) y (Zn) hacia los órganos reproductivos durante la floración y el cuajado. En este contexto la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de combinaciones nutricionales basadas en calcio, boro, zinc y potasio (K), complementadas con diferentes dosis de ácido fúlvico, sobre los procesos fisiológicos asociados a la etapa inicial de producción del cultivo de mora variedad colombiana sin espino en la parroquia La Merced, cantón Tisaleo. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Se evaluaron el porcentaje de flores no fecundadas, porcentaje de cuajado de frutos y los diámetros polar y ecuatorial del fruto. Los datos fueron analizados mediante ANOVA y la prueba de Tukey al 5 %. Los resultados evidenciaron diferencias significativas ($p < 0,05$) destacándose el tratamiento con 1,5 g/L de ácido fúlvico, que registró el menor porcentaje de flores no fecundadas (7,78 %), el mayor porcentaje de cuajado (88,23 %) y los mayores diámetros polar (13,21 mm) y ecuatorial (10,24 mm). Se concluye que la aplicación foliar de calcio, boro, zinc y potasio complementada con 1,5 g/L de ácido fúlvico favorece el cuajado y el desarrollo inicial del fruto en el cultivo de mora.

Palabras claves

Ácido fúlvico, mora, BBCH, nutrición foliar

ABSTRACT

Blackberry (*Rubus glaucus* Benth.) is one of the most economically important fruit crops in the Andean regions of Ecuador due to its high market demand. However, during the reproductive stage, low fruit set, unfertilized flowers, and poor initial fruit development are frequently observed, reducing both yield and fruit quality. This problem is associated, among other factors, with the limited mobility of calcium (Ca), boron (B), and zinc (Zn) to the reproductive organs during flowering and fruit set. In this context, the present study aimed to evaluate the effect of nutritional combinations based on calcium, boron, zinc, and potassium (K), supplemented with different doses of fulvic acid, on the physiological processes associated with the initial production stage of thornless Colombian blackberry (*Rubus glaucus* Benth.) grown in La Merced parish, Tisaleo canton. A Randomized Complete Block Design (RCBD) with four treatments and three replications was used. The variables evaluated were the percentage of unfertilized flowers, fruit set percentage, and the polar and equatorial diameters of the fruit. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test at the 5% significance level. The results showed significant differences among treatments ($p < 0.05$), with the treatment containing 1.5 g/L of fulvic acid achieving the lowest percentage of unfertilized flowers (7.78%), the highest fruit set (88.23%), and the greatest polar (13.21 mm) and equatorial (10.24 mm) fruit diameters. It was concluded that the foliar application of calcium, boron, zinc, and potassium supplemented with 1.5 g/L of fulvic acid promotes fruit set and enhances the initial development of blackberry fruits.

Keywords: Fulvic acid, blackberry, BBCH, foliar nutrition.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

Introducción

En países latinoamericanos como Ecuador, Colombia, Venezuela, Honduras y otros, la mora se ha convertido en una opción de producción significativa para las áreas rurales dado que el cultivo se puede adaptar en terrenos montañosos. Además el aumento en la demanda de esta fruta tanto en mercados frescos como en la agroindustria ha fomentado su crecimiento en varios productores **(Domínguez, 2008)**.

En la actualidad el cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth.) ha tomado tanta relevancia en las zonas andinas del Ecuador debido a que es una fruta que aporta numerosos beneficios para la salud de los consumidores destacada por su alto contenido de antioxidantes especialmente antocianinas que ayudan a neutralizar los radicales libres que afectan a las células y por ende el riesgo de enfermedades cancerígenas y cardiovasculares. Asimismo proporciona una excelente cantidad de vitamina C que refuerza el sistema inmunológico ayuda a la piel y aporta fibra para una buena digestión y su tránsito intestinal **(Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación [MAG], 2024)**.

El cultivo de mora ha adquirido gran importancia en las zonas andinas ya que representa una fuente significativa de ingresos para pequeños y medianos productores. Sin embargo a pesar de la relevancia económica y alimentaria. Actualmente, muchos agricultores no logran alcanzar los estándares óptimos de rendimiento y calidad del fruto requerido en los mercados. Una de las principales limitantes es el deficiente llenado de los frutos situación que se relaciona con una inadecuada asimilación de nutrientes. A esto se suma que en algunos casos no aplican los elementos esenciales en las etapas fenológicas más adecuadas lo que reduce su efectividad y afecta el desarrollo adecuado del fruto **(Eugenio, 2023)**.

Es importante considerar que para la fase de floración y cuajado la cantidad de nutrientes es crucial para el desarrollo y formación de los frutos en especial el calcio (Ca), elemento inmóvil dentro de la planta; el boro (B), el zinc (Zn) y potasio (K) ya que estos elementos influyen en los procesos fisiológicos y metabólicos de la planta ya que ayudan en la construcción de paredes celulares, germinación del polen, la regulación del equilibrio hídrico, la creación de proteínas y el transporte de carbohidratos hacia las partes reproductivas **(Cardona & Bolaños, 2019)**.

El cuajado fisiológico del fruto corresponde al proceso mediante el cual el ovario fecundado inicia su desarrollo tras la polinización y fecundación exitosa de la flor. Durante esta etapa intervienen diversos procesos fisiológicos relacionados con la división celular, el transporte de carbohidratos y la movilización de nutrientes hacia los órganos reproductivos de la planta. Factores como una inadecuada fecundación, deficiencias nutricionales o una limitada disponibilidad de fotoasimilados pueden provocar flores no fecundadas y disminuir el porcentaje de frutos cuajados **(Liu et al., 2025)**.

Debido a esta problemática se han buscado alternativas más eficientes que permitan mejorar el proceso de llenado de fruto. En este contexto surge la necesidad de implementar y adaptar el uso de ácidos fúlvicos **Canellas et al. (2015)** mencionan que este compuesto orgánico favorece el transporte de nutrientes dentro de la planta. Ya que su acción se basa en su capacidad quelatante la cual permite encapsular los elementos nutritivos y facilitar su absorción hacia los diferentes tejidos especialmente hacia los órganos de demanda o sumideros. De esta manera se promueve una distribución más eficiente de los nutrientes.

Por eso el uso conjunto de ácido fúlvico combinado con nutrientes fundamentales como calcio, boro, zinc y potasio podría ser una táctica agrícola eficaz para optimizar la alimentación de las plantas en la fase reproductiva del cultivo de mora ayudando a procesos importantes como la formación de flores, el engorde de los frutos.

1.1. Antecedentes Investigativos

Mahajan et al. (2025), propusieron evaluar el efecto de aplicaciones foliares de ácido fúlvico y aminoácidos sobre el crecimiento y el desarrollo del cultivo de tomate, aplicaron tratamientos con ácido fúlvico y aminoácidos mediante pulverizaciones foliares después del trasplante y continuando hasta la floración, evaluaron variables relacionadas con el crecimiento, número de ramas, aparición de flores. Los resultados evidenciaron una aparición más temprana de la floración y un aumento en el número de frutos por planta, lo que indica una mejora en los procesos fisiológicos relacionados con la formación y desarrollo reproductivo del cultivo.

López (2019) evaluó el efecto de las aplicaciones de ácido fúlvico sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos con la finalidad de determinar su influencia en procesos fisiológicos relacionados con la floración, forma del fruto y productividad vegetal. Dicha investigación se realizó con diferentes concentraciones de ácido fúlvico como tratamiento foliar y en el suelo demostrando que el ácido fúlvico favoreció la absorción de nutrientes lo cual se reflejó en el incremento del vigor de las plantas, aumento de la biomasa, asimismo observaron que el uso de sustancias húmicas puede estimular procesos relacionados con la floración y el desarrollo de frutos.

Hussien et al. (2023) en su estudio titulado "*Effect of NAA and Fulvic Acid Spray on Vegetative Growth, Productivity and Fruit Quality of 'Taimour' Mango Cultivar*", se plantearon como objetivo evaluar el efecto de diferentes concentraciones de ácido fúlvico y ácido naftalenacético (NAA) aplicadas de forma foliar sobre el crecimiento vegetativo, la retención de frutos, el rendimiento y la calidad del mango variedad Taimour. El experimento se desarrolló bajo un diseño completamente al azar donde se aplicaron diferentes concentraciones de ácido fúlvico (1000, 2000 y 3000 ppm) y NAA. La muestra experimental estuvo conformada por 30 árboles de mango de 16 años, los resultados mostraron que la aplicación foliar de ácido fúlvico y NAA mejoró significativamente el crecimiento vegetativo. Además se observó que el ácido fúlvico favoreció el desarrollo foliar y la absorción de nutrientes.

Bayat et al. (2021) determinó los efectos de la aplicación de ácido húmico y ácido fúlvico como bioestimulantes sobre el crecimiento vegetal (*Achillea millefolium L.*) dichos tratamientos incluyeron aplicaciones de ácidos húmicos y fúlvico en dosis de 5, 10, 15 y 20 kg ha^{-1}, y un testigo, en las cuales se analizaron variables como altura de planta, peso fresco y seco de brotes, contenido de pigmentos fotosintéticos, compuestos fenólicos, flavonoides, actividad antioxidante y contenido de nutrientes (N, P y K) en las hojas. Dando como resultado se observó con 20 kg ha^{-1} de ácido fúlvico, alcanzando aproximadamente 60 % más biomasa que el control.

Ahmed et al. (2021) realizaron un estudio titulado "Effect of Foliar Application With Calcium, Boron and Zinc on the Yield and Quality of Strawberry Fruits". El estudio se llevó a cabo con distintas variedades de fresa y varias dosis de la mezcla Ca: B: Zn. Los hallazgos indicaron que el tratamiento con Ca: B: Zn (1.5:0.5:1.5 g) mostró altos niveles de peso y rendimiento de los frutos, mientras que la combinación 2:0.75:2 g incrementó el contenido de azúcares totales, sólidos solubles y nutrientes en los órganos de la planta. Los investigadores sostienen que la aplicación foliar potencia los procesos fisiológicos vinculados al crecimiento, la formación de flores y el desarrollo del fruto, lo que incrementa la productividad del cultivo.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Mora

La mora pertenece a la familia Rosaceae y al género *Rubus*, como se muestra en la Tabla 1. Este género incluye diversas especies que se han adaptado principalmente a entornos montañosos y climas templados. En América Latina y en particular en la región andina, una de las especies más cultivadas es *Rubus glaucus*, conocida popularmente como mora de Castilla o mora colombiana, que se adapta bien a climas frescos y a las características de las zonas altas y altitudes comprendidas entre 1.500 y 3.100 m s.n.m **(Ramírez, 2023)**.

1.2.2. Clasificación Taxonómica.

Tabla 1.

Taxonomía de la mora.

Taxonomía	
Reino	Vegetal
Clase	Angiosperma
Subclase	Dicotiledónea
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Género	*Rubus*
Especie	*glaucus*
Nombre científico	*Rubus glaucus* Benth.
Nombre vulgar	Mora

Fuente: **(Cevallos, 2020)**.

1.2.3. Variedades cultivadas

Ramírez, (2023) indica que dentro del grupo *Rubus* hay múltiples tipos y variedades de moras que muestran variaciones en el tamaño de sus frutos, adaptabilidad al clima y características botánicas. Algunas de las más reconocidas son *Rubus bogotensis*, que se cultiva en diferentes áreas de los Andes; *Rubus megalococcus*, conocida por sus pequeños frutos y su resistencia; y *Rubus nubigenus*, que se caracteriza por tener frutos más grandes. La especie más común es *Rubus glaucus* o mora de Castilla que se cultiva extensivamente debido a su delicioso sabor, su alto contenido de azúcares y sus grandes frutos de un vibrante color púrpura.

1.2.4. Condiciones climáticas.

El crecimiento de esta planta ocurre en su mayor parte en áreas con clima templado y húmedo donde las temperaturas suelen oscilar entre 12 y 18 °C. Calores excesivos pueden influir negativamente en la formación de flores y la calidad del fruto mientras que fríos intensos pueden ralentizar el desarrollo de la planta. Este cultivo se desarrolla principalmente en altitudes que comúnmente oscilan entre 1.200 y 3.000 m.s.n.m. También necesita un grado de humedad relativamente alto por lo

que encuentra mejores condiciones en regiones donde las lluvias varían entre 1.500 y 2.500 mm/año. Es esencial que el suelo tenga un buen drenaje ya que un exceso podría propiciar enfermedades. Además es vital que reciba suficiente luz solar ya que la radiación afecta de manera directa procesos fisiológicos como la fotosíntesis, el crecimiento de los brotes y la formación de las flores **(Jiménez et al., 2010)**.

1.2.5. Morfología.

Posee un sistema de raíces poco profundas con raíces primarias y secundarias que capturan agua y nutrientes y permiten que la planta se fije al suelo. También cuenta con yemas adventicias que ayudan en su reproducción vegetativa. Este es un arbusto perenne que tiene tallos largos, flexibles y a menudo espinosos que surgen de la base. Sus hojas son compuestas con tres o cinco foliolos y tienen márgenes dentados. Las flores que se encuentran en racimos y son de color blanco a rosado tienen órganos reproductivos que facilitan la polinización y la posterior formación del fruto **(Sánchez-Velázquez et al., 2024)**.

Cevallos (2020) indica que la planta de mora cuenta con una parte fundamental llamada corona situada en la zona donde se encuentran las raíces y los tallos. Desde esta área surgen nuevos brotes que se convertirán en tallos productivos lo que permite que la planta se regenere de manera constante. En los tallos se forman yemas tanto vegetativas como reproductivas las cuales son responsables de generar brotes hojas y flores. Las hojas se unen al tallo a través del pecíolo que ayuda en el transporte de agua y nutrientes. Las flores tienen sépalos que las protegen y el fruto alberga numerosas frutos múltiples.

1.2.6. Fenología

1.2.6.1. Botones florales.

Los botones de las flores en las plantas del género *Rubus* son estructuras en crecimiento donde se lleva a cabo la creación y desarrollo de los órganos florales antes de que la flor se abra. En este periodo se forman los tejidos reproductivos responsables

del proceso de floración y la eventual creación del fruto. Asimismo en esta fase ocurre una fuerte división celular y una acumulación de nutrientes esenciales para la futura apertura de la flor, la polinización y la fertilización **(Ladyzhenskaya et al., 2025)**.

1.2.6.2. Apertura de flor.

La fase de apertura de la flor es cuando los pétalos se abren y se revelan los órganos reproductores, facilitando la polinización y la fertilización. En esta etapa se llevan a cabo procesos fisiológicos que implican la germinación del polen, el crecimiento del tubo de polen y la fertilización de los óvulos. Luego tras una fertilización exitosa comienza el proceso de formación y crecimiento temprano del fruto que se caracteriza por una activa división celular, transporte de carbohidratos y acumulación de nutrientes en los frutos agregados en desarrollo, impulsando así el crecimiento inicial del fruto **(Yang et al., 2023)**.

1.2.7. Estados fenológicos descritos por U. Graber

La identificación de los estados fenológicos en la mora como los descritos por U. Graber citada por **Martínez et al. (2007)** como se muestra en la Tabla 2 para la especie *Rubus glaucus* permite comprender el desarrollo del cultivo desde la formación de la yema hasta la madurez del fruto. La identificación precisa de los estados fenológicos permite sincronizar las aplicaciones nutricionales con las necesidades fisiológicas del cultivo, optimizando la absorción y utilización de nutrientes durante las etapas reproductivas.

Tabla 2.

Estados fenológicos y sus características en mora de Castilla (Rubus glaucus Benth.)

Estado	Descripción del estado
A1	Yema inicial Mayor diámetro que longitud, color café-verde.
A2	Yema hinchada Mayor longitud que diámetro, color verde café.
B1	Inicio de floración.
B2	Flor completamente abierta.
C1	Inicio de polinización. Caída de los primeros pétalos. Estambres de color verde comienzan a polinizar. Sépalos de forma erecta.
C2	Polinización Pétalos completamente caídos. Pistilos de color blanquecinos y estambres de color café.
D1	Fruto fecundado. Pistilos rojos, al interior se ve el fruto verde. Mantiene los sépalos.
E	Fruto en desarrollo, de color rojo. Mantiene los sépalos.
F	Fruto maduro, longitud de 19.9 mm y un diámetro de 1.9 a 2.2 mm de color negro rojizo.

Fuente: Realizado por Graber citada por **Martínez et al. (2007)**

La duración de los estados fenológicos de la mora que se presenta en la tabla 3 se detallan los días que comprende cada etapa del desarrollo del cultivo. Esta información permite comprender mejor el tiempo que transcurre entre cada fase fenológica, facilitando la planificación adecuada de las prácticas agrícolas.

Tabla 3.

Duración de estados fenológicos del fruto de mora de Castilla

Estado fenológico	Días de duración
De yema a botón floral	6 días
De inicio de floración a apertura de flor	23 días
De apertura de flor a polinización	5 días
De polinización a formación de fruto	8 días
De formación de fruto a cosecha	40 días
Total	82 días

Fuente: **Durán (2009).**

1.2.8. Escala BBCH.

La escala BBCH es un método global empleado para clasificar los estados fenológicos de los cultivos utilizando códigos numéricos uniformes. Este sistema hace posible reconocer las distintas fases de crecimiento de las plantas, lo que ayuda a coordinar las labores agronómicas, en particular las aplicaciones de nutrientes y tratamientos fitosanitarios **(Técnico Agrícola, 2013)**.

Tabla 4.

Estados fenológicos descritos por Garber y la escala BBCH adaptada para especies del género Rubus.

Escala Garber	Escala BBCH	Descripción
A1	BBCH 51	Yema floral inicial
A2	BBCH 55–57	Botón floral desarrollado
B1	BBCH 60	Inicio de floración
B2	BBCH 65	Floración completa
C1–C2	BBCH 69–71	Caída de pétalos y cuajado
D1	BBCH 71–75	Formación inicial del fruto
E	BBCH 75–79	Desarrollo del fruto
F	BBCH 85–89	Maduración

Elaborado por: Emily Lagua; fuente:**(Técnico Agrícola, 2013)**, (**Martínez et al. 2007)**

Con el propósito de relacionar la descripción fenológica propuesta por Garber con la escala BBCH utilizada internacionalmente se estableció una equivalencia entre ambas escalas fenológicas para el cultivo de mora (*Rubus glaucus*) como se muestra en la Tabla 4. Esta relación permitió identificar de manera más precisa las etapas reproductivas utilizadas durante el desarrollo de la investigación.

1.2.9. Valor nutricional

La mora de Castilla (*Rubus glaucus*) es un fruto que ofrece múltiples ventajas para la salud gracias a su elevado contenido de antioxidantes, antocianinas. Esta fruta

es rica en vitaminas sobre todo en vitamina C y posee compuestos fenólicos y antioxidantes que combaten los radicales libres en el cuerpo. Debido a estas características su ingesta ayuda a reforzar el sistema inmunitario, prevenir inflamaciones y a disminuir la probabilidad de enfermedades crónicas **(Sánchez, 2012)**.

1.2.10. Aplicaciones foliares

Implican la administración de nutrientes, abonos o productos sobre las hojas y otras partes de la planta que están por encima del suelo mediante pulverización. Esta técnica permite que los ingredientes sean absorbidos de manera rápida a través del follaje contribuyendo a solucionar problemas de nutrientes favorecer el crecimiento y aumentar la efectividad de ciertos tratamientos agrícolas. Para que estas aplicaciones sean exitosas es fundamental lograr una cobertura adecuada ya que una pulverización uniforme asegura que las gotas se adhieran a la superficie foliar y funcionen de manera efectiva. Asimismo, aspectos como el tamaño de las gotas, la circulación del aire y las condiciones climáticas afectan la eficacia de la aplicación **(INTAGRI, 2015)**.

1.2.11. Calcio (Ca)

Reickenberg & Pritts, (2000) indica que el calcio es un elemento crucial para el crecimiento y la evolución de las plantas, ya que está involucrado en la creación y estabilidad de las paredes celulares proporcionando rigidez a los tejidos de las plantas. También juega un papel en funciones fisiológicas como la multiplicación celular, el desarrollo de tejidos jóvenes y la regulación de la permeabilidad de las membranas celulares. En las fases de floración y formación de frutos estos nutrientes son fundamentales para el correcto desarrollo del fruto y la estabilidad de las estructuras reproductivas **(Castaño, Morales, & Obando, 2008)**.

1.2.12. Boro (B)

de Jesus Matos Viégas et al., (2026) indica que el boro es un nutriente vital en pequeñas cantidades para el correcto desarrollo de las plantas. Este elemento es

fundamental en diversas funciones fisiológicas como la elaboración de las paredes celulares y la división celular favoreciendo el crecimiento de tejidos nuevos. Asimismo juega un papel importante en el transporte de azúcares y carbohidratos, el metabolismo del nitrógeno y la regulación de ciertas hormonas en las plantas. Su importancia se incrementa en las fases reproductivas ya que favorece la polinización el desarrollo del tubo polínico así como la formación de frutos y semillas. La escasez de boro puede afectar las zonas de crecimiento provocando una disminución en la floración y la producción de frutos en los cultivos.

1.2.13. Zinc (Zn)

Amezcua & Lara (2017) mencionan que el zinc es un nutriente necesario en pequeñas cantidades para el crecimiento y avance de las plantas, ya que está involucrado en varios procesos bioquímicos y fisiológicos. Funciona como un cofactor para diferentes enzimas que participan en la creación de proteínas, carbohidratos y otros elementos esenciales para el desarrollo de las plantas. También ayuda en la formación de auxinas, que son hormonas que controlan el crecimiento de los tejidos y el desarrollo de los brotes. Este mineral tiene un rol crucial en la producción de clorofila y en la gestión de carbohidratos, lo que favorece el proceso de fotosíntesis y suministra la energía requerida para el crecimiento. Además, participa en la conversión de almidones en azúcares, lo que permite un transporte efectivo de energía a través de los tejidos **(Bloodnick, 2014)**.

1.2.14. Potasio (K)

El potasio es uno de los elementos vitales que requieren las plantas en grandes volúmenes. En el suelo, se presenta principalmente como el ion K^+ y su nivel se suele expresar como K_2O. Este nutriente cumple múltiples funciones fisiológicas, incluyendo la regulación de la apertura de los estomas, la activación de varias enzimas y su participación en procesos clave como la fotosíntesis, el metabolismo de azúcares y proteínas, así como el transporte de azúcares a través de la planta. Además, contribuye a fortalecer los tejidos vegetales, mejora la calidad de frutas y flores,

fomenta el crecimiento de raíces y aumenta la resistencia de las plantas ante condiciones de sequía, enfermedades y plagas **(Calvache, 2013)**.

1.2.15. Ácidos Fúlvicos

Los ácidos fúlvicos son componentes de las sustancias húmicas que se generan a partir de la descomposición de material vegetal y organismos minúsculos que se encuentran en el suelo. Tienen la particularidad de ser compuestos que se disuelven en agua y poseen un peso molecular reducido, lo que les permite moverse con facilidad y contribuir a procesos que influyen en la disponibilidad y asimilación de nutrientes por las plantas **(Filella et al, 2005).**

Nikoogoftar-Sedghi et al., (2024) menciona que la materia orgánica que se encuentra en el suelo contiene una parte importante conocida como sustancias húmicas las cuales se clasifican principalmente en ácidos fúlvicos, ácidos húmicos y huminas, según su nivel de solubilidad. Los ácidos fúlvicos son famosos por disolverse en agua en diferentes condiciones de pH y por tener un tamaño molecular reducido lo que les permite desplazarse con mayor facilidad y participar en procesos que influyen en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Por otro lado los ácidos húmicos poseen un mayor peso molecular y son menos solubles mientras que las huminas constituyen la forma más estable e insoluble del humus permaneciendo adheridas a los minerales del suelo y no siendo absorbidas directamente por las plantas.

1.2.16. Carbofusion Ca, B, Zn

Carbofusión Ca, B, Zn es un producto nutricional que proporciona calcio, boro y zinc en concentraciones de 15% de Calcio, 0,50% de Boro, 1.60% de Zinc; nutrientes esenciales en las etapas de floración y formación del fruto. Su uso promueve el crecimiento de flores productivas, optimiza el llenado de los frutos y reduce las deformaciones, lo que apoya el desarrollo y la calidad de la cosecha, gracias a su mezcla sinérgica de dos carboxilatos y un complejo orgánico altamente concentrado y efectivo **(Eofertil, 2021)**.

1.2.17. Kalimax K30

Kalimax K30 es un fertilizante potásico que aporta 27% de Potasio; juega un papel importante en diferentes funciones fisiológicas vinculadas al crecimiento y desarrollo de los cultivos. Este nutriente ayuda en el traslado de fotoasimilados y azúcares desde las hojas hacia los frutos, favoreciendo un llenado y desarrollo correcto en las fases reproductivas. Adicionalmente, participa en la regulación de los estomas y en el flujo de agua dentro de la planta, lo que optimiza la asimilación y movimiento de nutrientes. Su uso en las fases de cuajado y desarrollo inicial del fruto ayuda a aumentar el tamaño, el llenado y la calidad de la producción **(Distagricolasrg, 2022)**.

1.2.18. QUELADDOR GOLD

QUELADDOR GOLD es un agente que intercambia y moviliza cationes para uso en la superficie es decir vía foliar y en el suelo con un contenido de 88% de ácido fúlvico y 0,091% de ácido húmico. Su objetivo primordial no es suministrar grandes volúmenes de nutrientes, sino optimizar la accesibilidad, asimilación y circulación de los nutrientes en el interior de la planta. En términos simples, funciona como un quelante y movilizador ayudando a que elementos como el calcio, zinc, hierro, manganeso, cobre y otros cationes se trasladen de manera más eficiente a las partes que los requieren (flores, frutos, brotes y raíces) **(Arvensis Agro, 2020)**.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de combinaciones nutricionales basadas en calcio, boro, zinc y potasio, complementadas con ácido fúlvico, sobre los procesos fisiológicos asociados a la etapa inicial de producción en el cultivo de mora (*Rubus glaucus B*enth.) variedad colombiana sin espino en la Merced de Tisaleo.

1.3.2. Objetivos Específicos

Determinar la dosis aplicada vía foliar de ácido fúlvico en combinación con productos a base de calcio, boro, zinc y potasio durante la etapa inicial de producción.

Evaluar la influencia del ácido fúlvico en combinación con productos a base de calcio, boro, zinc y potasio sobre el porcentaje de cuajado de frutos en el cultivo de mora.

CAPITULO II

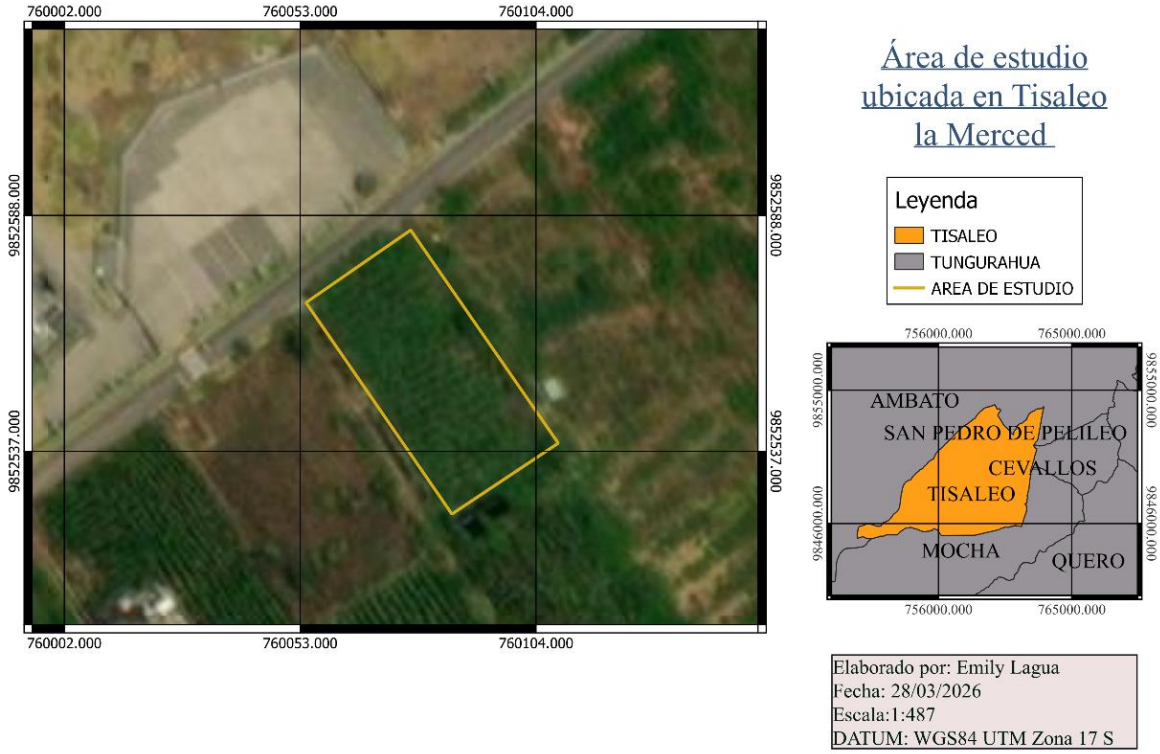
METODOLOGIA

2.1. Área de estudio

La investigación se realizó en el cantón Tisaleo específicamente en la parroquia La Merced. El área de estudio se localiza a una altitud de 3.139 m.s.n.m **(Meteored, 2025)** como se muestra en la figura 1. En cuanto a las condiciones climáticas la zona presenta una temperatura promedio entre 9 y 14 °C con una precipitación anual que oscila entre 500 y 900 mm y una humedad relativa comprendida entre 75 y 80 % **(INAMHI, 2015)**.

Figura 1.

Ubicación del área de estudio



2.1.1. Modalidad de investigación

La investigación es de tipo experimental ya que se analizó el efecto de los tratamientos sobre variables de cuajado y diámetro del fruto del cultivo de mora. Asimismo se enmarca dentro de un enfoque cuantitativo y aplicado ya que se recopiló datos medibles que fueron sometidos a análisis estadístico con el fin de determinar la influencia de los tratamientos.

2.2. Equipos y Materiales

2.2.1. Equipos

- Cámara
- Computadora
- Balanza
- Medidor de ph
- Pie de rey (calibrador)
- Equipos de protección personal (EPP).

2.2.2. Materiales

- Fertilizante
- Cultivo de mora
- Ácidos fúlvicos
- Producto a base de Calcio, Boro, Zinc (Carbofusion Ca,B,Zn)
- Producto con potasio (Kalimax K30)
- Regla
- Cuaderno
- Hoja de registro
- Tanque de 20 litros
- Bomba de mochila
- Etiquetas y marcadores.
- Hojas de registro de datos.

2.3. Factores de estudio

Tabla 5.

Factores de estudio

Factores de estudio	Descripción
Dosis de ácido	Testigo (sin ácido fúlvico)
	1 gr/L
	1.5 gr/L
	2 gr/L

Variables dependientes

- Porcentaje de flores no fecundadas (%)
- Porcentaje de Cuajado de frutos (%)
- Diámetro de frutos (Ecuatorial y Polar) (mm)

Recolección de datos

- Flores no fecundadas (%)

Para la evaluación de esta variable se etiquetaron previamente 30 botones seleccionados de acuerdo con la escala fenológica BBCH 57 y la descripción fenológica propuesta por Garber en (1942) correspondiente A2. Posteriormente estos botones fueron monitoreados durante un periodo en el cual atravesaron las fases de hinchamiento de botón y apertura floral. Finalizado este periodo se procedió a registrar el número de flores que no lograron cuajar permitiendo así identificar posibles fallas en el proceso de fecundación o condiciones desfavorables para el desarrollo inicial del fruto.

- Cuajado de frutos

El cuajado de frutos se determinó mediante la contabilización de frutos agregados del fruto inicial aquí se seleccionaron 5 frutos cuajados al azar. Esta evaluación se realizó en los mismos botones previamente etiquetados considerando como fruto cuajado aquel que evidenció crecimiento activo tras la fecundación. Con estos datos se calculó el porcentaje de cuajado lo cual permitió estimar la eficiencia de fecundación y por ende un adecuado calibre.

- Diámetro del fruto

Para la recolección de esta variable se utilizó un calibrador (pie de rey) instrumento que permitió obtener mediciones precisas del tamaño del fruto. Se evaluaron dos parámetros: el diámetro ecuatorial y el diámetro polar. Esta metodología se aplicó debido a que el fruto de mora presenta una forma ovalada y no completamente esférica lo que hace necesario medir más de un eje para caracterizar adecuadamente su tamaño. Estas mediciones se realizaron de forma minuciosa en el fruto en el cuajado inicial permitiendo obtener información confiable sobre su crecimiento y calidad física.

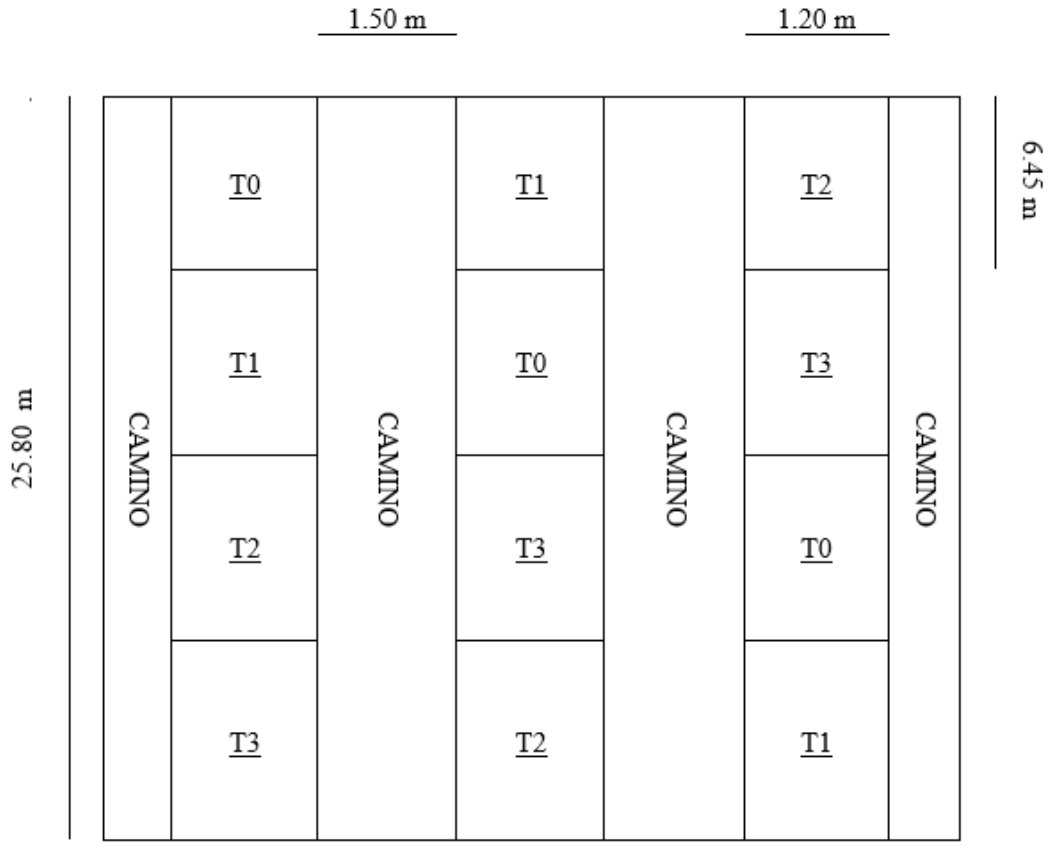
2.4. Diseño Experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

2.4.1. Esquema del diseño experimental

Figura 2.

Esquema de la distribución en campo



Elaborado por: Emily lagua, 2026

2.4.2. Características de la unidad experimental

- Número de tratamientos: 4 tratamientos con 3 repeticiones
- Número de plantas en cada tratamiento: 3 plantas productivas
- Número de botones floral etiquetados en cada tratamiento: 30 botones por tratamiento
- Largo y ancho de la fila: 25.80m x 1.20m
- Largo y ancho de la parcela neta: 6.45m x 1,20m

2.5. Hipótesis

Ho = Hipótesis nula

La aplicación foliar de productos a base de calcio, boro, zinc y potasio combinadas con ácido fúlvico no influye significativamente en los procesos de floración y cuajado en el cultivo de mora.

H1= Hipótesis alternativa

Al menos una de las dosis de ácido fúlvico combinadas con productos a base de calcio, boro, zinc y potasio aplicada vía foliar mejora significativamente los procesos de floración y cuajado en el cultivo de mora.

2.6. Metodología

2.6.1 Material vegetal

El área de experimento contó con una plantación establecida de alrededor de ocho años de años (*Rubus glaucus* Benth.) variedad colombiana sin espino.

2.6.2. Manejo del experimento

Previo al inicio del ensayo se realizó una limpieza manual de malezas y se efectuó una poda sanitaria ligera en la cual se eliminaron las ramas viejas que ya habían culminado su ciclo productivo con el fin de homogenizar el estado fisiológico del cultivo y que sea más fácil la etiquetación de botones florales.

Posteriormente se aplicó material vegetal procedente de cuy considerando que estudios previos reportaron que este cultivo responde favorablemente a este tipo de aplicación de materia orgánica. Se distribuyeron aproximadamente seis sacos por cada fila en la calle de cultivo los cuales fueron esparcidos a lo largo del filo del plástico de cobertura.

El área experimental tiene 417. 96 m2 total y cada bloque estuvo conformado por filas, cada una de 25,80 m de largo, con 1.20 m de ancho y 1.50 m de camino. Cada fila se dividió en cuatro tratamientos, con parcelas de 6,45 m de largo y 1,20 m

en las cuales se contó con aproximadamente tres plantas productivas por unidad experimental.

- **Selección y rotulación de botones florales**

Para la evaluación se seleccionaron 30 botones florales distribuidos en las tres plantas por tratamiento. Estos se encontraron en estado fenológico BBCH 57 y la descripción fenológica propuesta por Garber A2 identificando estructuras próximas a la apertura floral caracterizadas por presentar botones florales completamente desarrollados con mayor longitud y volumen y con coloración verde clara a verde blanquecina. Los botones fueron marcados cuidadosamente con cintas azules y enumeradas como se muestra en el Anexo 2 seleccionando aquellos que se encontraban cerrados pero en un estado intermedio de desarrollo próximos a la apertura floral. Adicionalmente se etiquetaron flores que se encontraban con flores abiertas con el fin de evaluar la respuesta de los tratamientos en diferentes momentos fisiológicos.

- **Aplicación de tratamientos**

Las aplicaciones de productos a base de Calcio, Boro, Zinc y Potasio combinadas con las dosis de ácido fúlvico se aplicaron en función de los estados fenológicos del cultivo se realizó la toma de datos cada cuatro días con el fin de identificar oportunamente la transición entre etapas fenológicas y determinar el momento adecuado para la aplicación de la segunda combinación nutricional. Se realizaron cuatro aplicaciones foliares durante el periodo experimental. La primera combinación nutricional se aplicó el 09 y 23 de marzo de 2026, mientras que la segunda combinación se aplicó el 30 de marzo y 06 de abril de 2026.

2.6.3. Tratamientos

Tabla 6.

Tratamientos evaluados

Tratamientos	Dosis de Ácido fúlvico	Combinaciones Nutricionales
T0	Sin Ácido fúlvico	Carbofusión Ca, B, Zn + Kalimax K30 a dosis de 2,5 ml/L
T1	1gr/L	Carbofusión Ca, B, Zn + Kalimax K30 a dosis de 2,5 ml/L
T2	1,5 gr/L	Carbofusión Ca, B, Zn + Kalimax K30 a dosis de 2,5 ml/L
T3	2 gr/L	Carbofusión Ca, B, Zn + Kalimax K30 a dosis de 2,5 ml/L

2.6.4. Aplicación de tratamientos.

En relación al ácido fúlvico las cantidades se definieron siguiendo un método experimental teniendo en cuenta información previa sobre el uso de sustancias húmicas y bioestimulantes en la agricultura, donde distintas concentraciones pueden provocar reacciones diversas en el crecimiento y desarrollo de las plantas **(Canellas et al. 2015)**.

- 1 g/L
- 1,5 g/L
- 2 g/L

Para ello se utilizó un producto con una concentración de 88% de ácido fúlvico llamado QUELADOR GOLD Anexo 1

- **Primera combinación**

  (Botón floral desarrollado - caída casi total de los pétalos florales)

Las aplicaciones se realizaron previo a la floración durante el estado BBCH 57–65 utilizando una combinación de:

- Calcio, Boro y Zinc (Carbofusión Ca, B, Zn Ca-B-Zn)
- Ácido fúlvico a distintas dosis

Los productos comerciales (Carbofusión Ca, B, Zn Ca-B-Zn y Kalimax K30) fueron aplicados de acuerdo con la dosis recomendada por el fabricante es decir a 2,5 ml/L

Segunda combinación (caída completa de los pétalos florales – cuajado y llenado inicial)

La segunda combinación nutricional se aplicó durante los estados fenológicos BBCH 71–75 correspondientes al inicio del cuajado y desarrollo inicial del fruto. En esta etapa se observó la caída completa de pétalos florales y la formación de frutos pequeños con crecimiento activo empleando:

- Kalimax K30 (fuente de potasio)
- Ácido fúlvico (en las mismas dosis evaluadas)

2.7. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de comparación múltiple de medias de Tukey al 5% de significancia, empleando el software InfoStat.

CAPÍTULO III

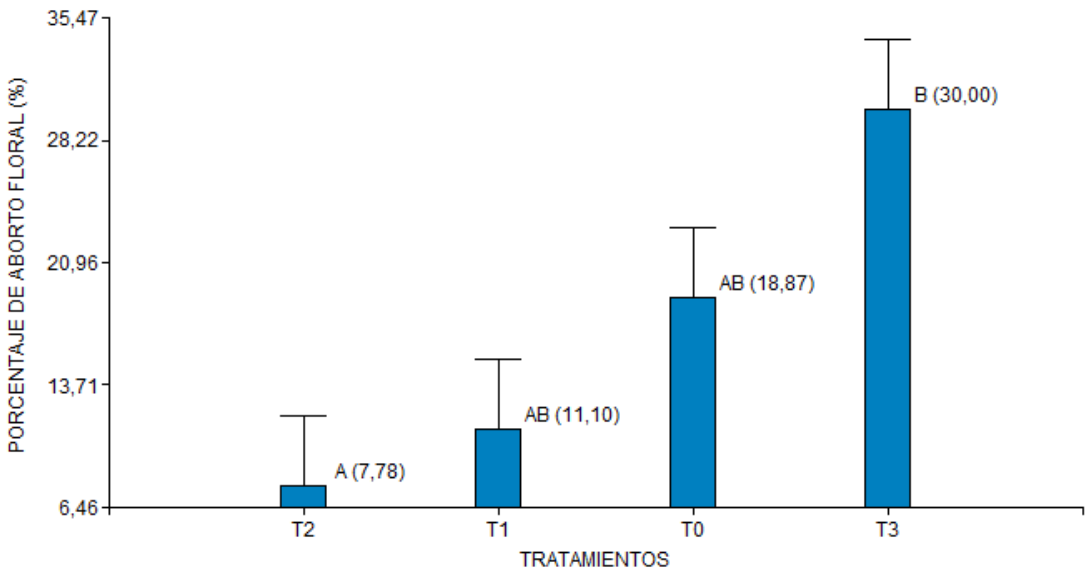
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Porcentaje de flores no fecundadas (%)

Conforme a los tratamientos aplicados y mediante el análisis de varianza realizado el programa InfoStat se determinó que la variable porcentaje de flores no fecundadas presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p<0,05$) lo cual indica que la combinación nutricional complementada con ácido fúlvico presentó efectos sobre el comportamiento floral del cultivo tal como se observa en la Figura 3.

Figura 3.

Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de flores no fecundadas (%)



De acuerdo con la prueba de Tukey al 5% en la variable porcentaje de flores no fecundadas Figura 3, el tratamiento T2 registró el menor porcentaje de flores no fecundadas con una media de 7,78 % ubicándose en el primer rango estadístico lo que demuestra una mejor retención floral y una mayor eficiencia en el proceso de cuajado.

Por el contrario el tratamiento T3 presentó el mayor porcentaje de flores no fecundadas con una media de 30,00 % de flores no fecundadas y por ende situándose en el último rango estadístico evidenciando un incremento significativo del flores no fecundadas. Por otra parte los tratamientos T1 con (11,10 %) y T0 con (18,87 %) de flores no fecundadas mostraron valores intermedios y compartieron el rango estadístico AB señalando que entre ellos no hubo diferencias significativas debido a que presentaron un comportamiento estadísticamente similar respecto al porcentaje de flores no fecundadas.

Los resultados obtenidos permitieron inferir que la combinación Ca, B, Zn y K complementada con ácido fúlvico T2 favoreció el cuajado floral reduciendo considerablemente el porcentaje de flores no fecundadas. Estos resultados coinciden con lo reportado por **Mahajan et al. (2025)**, quienes determinaron que la aplicación foliar de ácido fúlvico combinaos con elementos esenciales favorece la aparición temprana de la floración y aumenta el número de frutos por planta al mejorar los procesos fisiológicos relacionados con el desarrollo reproductivo. En el presente estudio, la combinación de calcio, boro, zinc, potasio y ácido fúlvico probablemente optimizó la absorción y movilización de nutrientes, favoreciendo la fecundación de las flores y reduciendo significativamente el porcentaje de flores no fecundadas, lo que permitió obtener un mejor cuajado floral.

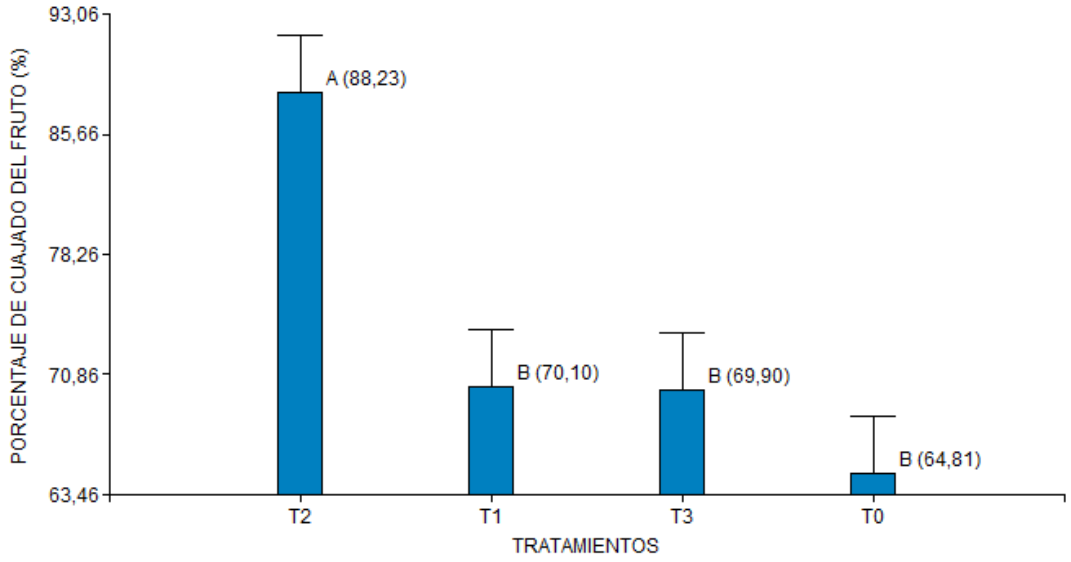
Por otro lado el incremento del porcentaje de flores no fecundadas en T3 probablemente se debe a que concentraciones elevadas pueden generar un efecto negativo sobre el equilibrio fisiológico de la planta dando como resultado la caída de flores y disminuyendo la eficiencia del cuajado. Estos resultados evidencian que la respuesta de las plantas varió de acuerdo con la concentración aplicada relacionándose con la permanencia y el cuajado de las flores. Concuerda con lo indicado por **Mahajan et al. (2025)**, quienes afirman que el uso excesivo de ácido fúlvico puede ocasionar efectos adversos sobre la etapa reproductiva del cultivo. Según estos autores una dosis elevada puede alterar el comportamiento fisiológico de la flor provocando posibles alteraciones fisiológicas y por ende aumentando el porcentaje de flores no fecundadas lo que afecta negativamente en el cuajado.

3.2. Porcentaje de cuajado de frutos

En la prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de cuajado de frutos Figura 4 se presentaron dos rangos. El primer rango estadístico está conformado por el tratamiento T2 con un promedio de 88,23 % de cuajado del fruto siendo el superior al resto de los tratamientos y situándose en el rango estadístico A. Por otro lado el rango estadístico B incluyó a los tratamientos T1 con un promedio de 70,10%, T3 con 69,90% y T0 el tratamiento testigo con (64,81%) los cuales no presentaron diferencias significativas entre sí.

Figura 4.

Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de cuajado del fruto



Estos resultados evidenciaron que las aplicaciones de las combinaciones nutricionales en combinación con las diferentes dosis si influyen directamente en el porcentaje de cuajado del fruto. Al relacionar estos resultados con las variables del diámetro polar y ecuatorial se observó relación ya que un menor desarrollo en el tamaño del fruto está directamente asociado a un menor porcentaje de cuajado.

Los resultados que se han obtenido son consistentes con lo que informan **Ahmed et al. (2021**) quienes indican que la aplicación foliar de elementos

indispensables para la planta combinados con ácido fúlvico promueve un crecimiento uniforme de los frutos agregados y mejora el cuajado del fruto. Igualmente destacan que el buen desarrollo de las partes reproductivas tiene un impacto directo en la formación y uniformidad inicial del fruto.

En este sentido **Hussien et al. (2023)** indican que aunque los bioestimulantes como el ácido fúlvico pueden mejorar el crecimiento vegetal su efecto depende en gran medida de la etapa fenológica y de la dosis aplicada pudiendo influir negativamente en procesos reproductivos como el cuajado cuando no se manejan adecuadamente. Por otra parte el tratamiento T2 mostró un mejor comportamiento en cuanto al desarrollo del fruto sin embargo los resultados sugieren que la dosis aplicada si bien favorece el tamaño debe manejarse cuidadosamente ya que no siempre garantiza una mejora proporcional en el cuajado. Esto evidenció la importancia de ajustar el uso del ácido fúlvico de acuerdo con la etapa del cultivo buscando un equilibrio entre el crecimiento vegetativo y reproductivo.

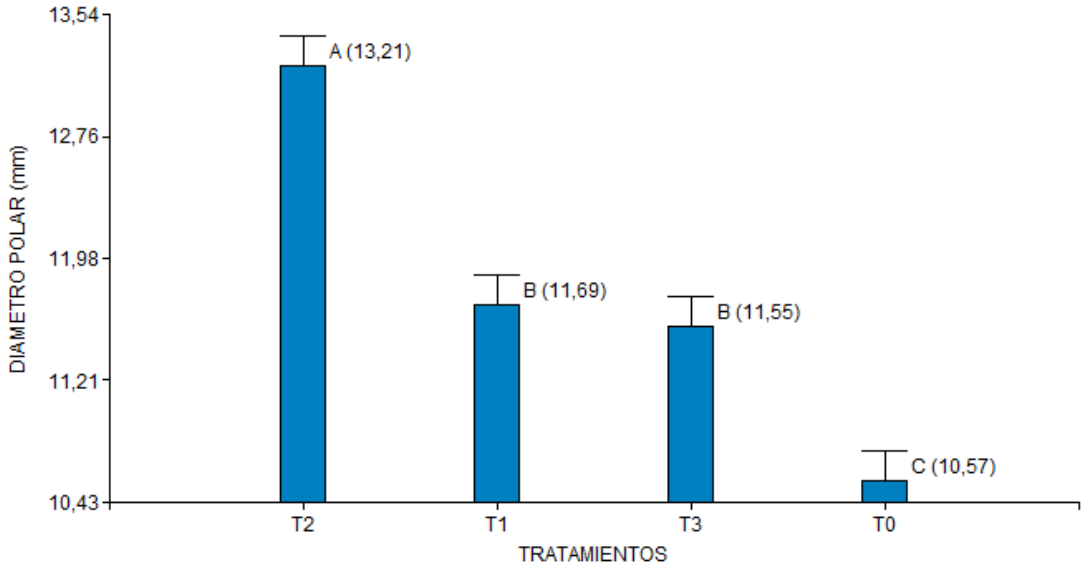
3.3. Diámetro del fruto cuajado

3.3.1. Diámetro polar del fruto

La evaluación de la variable diámetro polar del fruto evidencio el efecto de la combinación nutricional complementada con ácido fúlvico los tratamientos presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p<0,05$) sobre el diámetro polar inicial del frutos demostrando que las concentraciones aplicadas presentaron efecto sobre el crecimiento y tamaño del fruto, tal como se observa en la Figura 5.

Figura 5.

Prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro polar del fruto.



En la prueba de Tukey al 5% para la variable del diámetro polar del fruto Figura 5 se presentaron tres rangos de significación, el tratamiento T2 presentó el mayor diámetro polar del fruto con una media de 13,21 mm situándose en el primer rango estadístico A. Por otro lado el tratamiento T1, T3 compartieron rango intermedio estadístico B es decir no mostraron diferencias estadísticas con medias de 11,69 mm y 11,55mm. Y por último el tratamiento T0 mostró el menor diámetro polar con una media de 10,57 mm y por ende situándose en el último rango "C".

El comportamiento observado en el tratamiento T2 sugiere que la combinación nutricional complementada con ácido fúlvico con dosis intermedia permitió estimular de manera más eficiente los procesos fisiológicos como el desarrollo de un mayor diámetro polar. En cambio aunque el T3 supero al testigo no alcanzo al T2 y hay mencionar que durante la toma de datos se observaron posibles alteraciones visibles en hojas y frutos lo que podría relacionarse con fitotoxicidad.

Estos resultados coincidieron con lo señalado por **Hussien et al. (2023)** quienes indican que la aplicación de ácido fúlvico con elementos favorece el crecimiento y desarrollo de los frutos debido a su influencia sobre diversos procesos

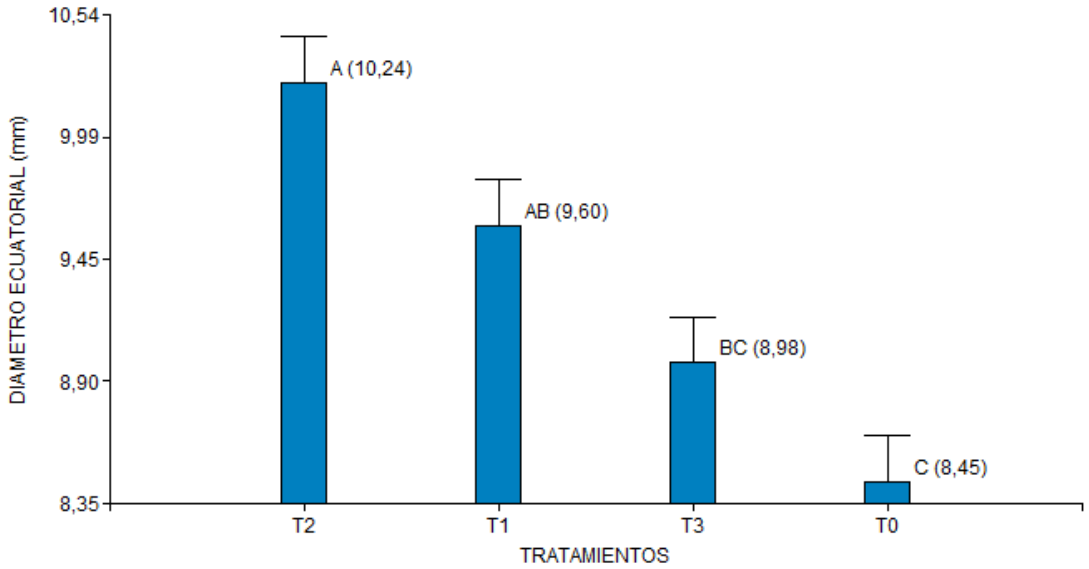
fisiológicos y metabólicos de la planta. Los autores destacan que este tipo de bioestimulantes mejora la absorción y movilización de nutrientes ya que promueve una mayor expansión celular y un mejor desarrollo del fruto lo cual se refleja directamente en variables relacionadas con el tamaño el diámetro polar.

3.3.2. Diámetro ecuatorial del fruto.

De acuerdo con el análisis de varianza para la variable de diámetro ecuatorial del fruto se identificaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p<0,05$) demostrando que la aplicación de ácido fúlvico mostró efecto sobre el diámetro ecuatorial de los frutos de mora.

Figura 6.

Prueba Tukey al 5% para la variable del diámetro ecuatorial en el fruto cuajado de mora



En la prueba de Tukey al 5 % se formaron 3 rangos significativos como se observa en la Figura 6. El rango A incluyo al tratamiento T2 con medias de 10,24 mm reflejando un mayor diámetro ecuatorial. Por otra parte el tratamiento T1 registró medias de 9,60 mm se ubicó en el rango AB situándose en el rango intermedio este no presentó diferencias significativas con el T3 ya que comparten rango. El grupo BC

incluyó al tratamiento T3 con un valor de 8,90 mm evidenciando un comportamiento intermedio. Finalmente el último rango C presentó una media de 8,45 mm correspondiente al menor diámetro ecuatorial registrado.

Estos resultados coincidieron con lo mencionado por **Bayat et al. (2021)** quienes señalan que el acidó fúlvico incrementan la absorción y aprovechamiento de nutrientes favoreciendo el crecimiento y mejorando el desarrollo de los frutos. Del mismo modo **López (2019)** reporta que la aplicación de ácidos fúlvicos en combinación con micronutrientes mejora el transporte de fotoasimilados hacia los frutos contribuyendo así al incremento de variables relacionadas con su tamaño y desarrollo como se muestra en el tratamiento T2.

Sin embargo el hecho de que el tratamiento T3 (2 g/L) no haya superado a T2 e incluso haya mostrado efectos negativos como deformación de frutos y quemazón foliar indica que dosis elevadas probablemente puedan causar posibles alteraciones fisiológicas. Esto coincide con lo reportado por **Mahajan et al. (2025**) quienes señalan que el efecto de los bioestimulantes como ácido fúlvico depende directamente de la dosis pudiendo ser beneficiosos o perjudiciales según su concentración fenómeno puede explicarse por una sobre estimulación metabólica o alteraciones en la absorción de nutrientes lo que coincide con lo reportado.

3.4. Comprobación de la hipótesis

Con base en los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) donde se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados ($p < 0,05$), se rechaza la hipótesis nula (H_0) que establece que la aplicación foliar de productos a base de calcio, boro, zinc y potasio combinados con ácido fúlvico no influye significativamente en los procesos de floración y cuajado en el cultivo de mora; en consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa (H_1) concluyendo que al menos una de las dosis de ácido fúlvico combinada con dichos nutrientes mejora significativamente los procesos de floración y cuajado del cultivo siendo el tratamiento T2 el que presentó la mejor respuesta en las variables evaluadas

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

La aplicación foliar de combinaciones nutricionales basadas en calcio, boro, zinc y potasio complementadas con ácido fúlvico influyó en los procesos fisiológicos asociados a la etapa inicial de producción del cultivo de mora reflejándose en el porcentaje de cuajado, flores no fecundadas y desarrollo del fruto.

La dosis de 1,5 g/L de ácido fúlvico fue la más eficiente al aplicarse en combinación con calcio, boro, zinc y potasio, favoreciendo un mejor desarrollo del fruto y menor porcentaje de flores no fecundadas . Por otro lado, la dosis de 2 g/L presentó alteraciones visibles en hojas y frutos como bordes marrones y deformaciones en algunos frutos agregados.

El tratamiento con 1,5 g/L de ácido fúlvico presentó el mayor porcentaje de cuajado con 88,23 % evidenciando una mejor retención floral y desarrollo inicial del fruto en comparación con los demás tratamientos demostrando que esta dosis mejora significativamente la eficiencia del proceso productivo en el cultivo de Mora.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda en futuras investigaciones complementar la evaluación con variables fisiológicas y bioquímicas, como contenido de clorofila, análisis foliar, tasa fotosintética o conductividad eléctrica, con el fin de comprender de mejor manera la respuesta del cultivo frente a las aplicaciones de ácido fúlvico.

Se recomienda incluir variables relacionadas con calidad del fruto, como sólidos solubles, firmeza, peso fresco y contenido de azúcares, para complementar la evaluación del efecto de las combinaciones nutricionales sobre la producción de mora.

CAPITULO V

REFERENCIA

Ahmed, f. (2021). Effect of Foliar Application With Calcium, Boron and Zinc on the Yield and Quality of Strawberry Fruits and Post-Harvest Diseases. *Journal of Environmental Studies and Research*, 12(3). doi:https://doi.org/10.21608/JESR.2021.244287

Amezcua, J. C., & Lara, M. (2017). El zinc en las plantas. *Academia Mexicana de Ciencias – Revista Ciencia*, 28–35. Obtenido de https://revistaciencia.amc.edu.mx/index.php/vol-68-numero-3/421-el-zinc-en-las-plantas

Arvensis Agro. (2020). *Quelador Gold* .

Bayat, H., Shafie, F., Aminifard, M. h., & Daghighi, S. (2021). Comparative effects of humic and fulvic acids as biostimulants on growth, antioxidant activity and nutrient content of yarrow (Achillea millefolium L.). *Scientia Horticulturae, 279*. doi:https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.109912

Bloodnick, E. (3 de Junio de 2014). *La función del zinc en el cultivo de plantas*. Obtenido de Premier Tech Horticulture: https://www.pthorticulture.com/es-us/centro-de-formacion/rol-del-boro-en-el-cultivo-de-plantas

Calvache, A. M. (2013). Libro Nutrimentos 2013. *UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR*, 75-90. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/332233720_Libro_Nutrimentos_2013

Canellas, L., Olivares, F., Aguiar, N., Jones, D., Nebbioso, A., Mazzei, P., & Piccolo, A. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae, 196*, 15-27. doi:https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013

Cardona, W. A., & Bolaños, M. M. (2019). *Manual de nutrición del cultivo de mora de Castilla (Rubus glaucus Benth.) bajo un esquema de buenas prácticas en fertilización integrada*. Obtenido de Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia).: https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/book/27

Castaño, C., Morales, C., & Obando, F. (2008). EVALUACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS NUTRICIONALES EN EL CULTIVO DE LA MORA (Rubus glaucus) EN

CONDICIONES CONTROLADAS PARA BOSQUE MONTANO BAJO. *Agronomía, 16(1)*, 72-88. Obtenido de https://www.academia.edu/97885128/EVALUACI%C3%93N_DE_LAS_DEFICIENCIAS_NUTRICIONALES_EN_EL_CULTIVO_DE_LA_MORA_Rubus_glaucus_EN_CONDICIONES_CONTROLADAS_PARA_BOSQUE_MONTANO_BAJO

Cevallos, L. (2020). Manejo agronómico del cultivo de mora de Castilla (Rubus glaucus). *Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Tecnología Agrícola*, 8-9.

De Jesus Matos Viégas, I., da Silva, W. D., Costa, M. G., de Oliveira Ferreira, E., Pereira, G. L., & otros. (2026). Optimizing boron use efficiency and fertilization in oil palm based on tissue accumulation and nutrient recycling in the Amazonian agroecosystem. *BMC Plant Biology*. doi:https://doi.org/10.1186/s12870-025-08021-4

Distagricolasrg. (2022). *Kalimax K30*. Obtenido de https://distagricolasrg.com/kalimax-k30/

Domínguez, I. (2008). Mecanismo de predicción de la intensidad de daño del moho gris (Botrytis cinerea), en mora de castilla (Rubus glaucus Benth). *Elibro.net, 15*. Obtenido de Elibro.net: https://0x1022chg-y-https-elibro-net.itmsp.museknowledge.com/es/lc/uta/titulos/99358?as_all=Mecanismo__de__predicci%C3%B3n__de__la__intensidad__de__da%C3%B1o__del__moho__gris__(Botrytis__cinerea),__en__mora__de__castilla__(Rubus__glaucus__Benth).__Revista

Durán, F. (2009). Producción de mora. *GRUPO LATINO EDITORES. Colombia.*

Eofertil. (2021). *Carbofusión Ca, B, Zn Ca+B+Zn*. Obtenido de https://eofertil.com.ec/producto/carbofusion-cabzn/

Eugenio, C. (2023). *"Evaluación de niveles de fertilización y métodos de aplicación en el cultivo de mora*. Obtenido de Repositorio UTA: https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4203e51c-abce-4efd-85aa-011d8f6e4912/content

Filella, M., Buffle, J., & Parthasarathy, N. (2005). HUMIC AND FULVIC COMPOUNDS. *Encyclopedia of Analytical Science: Second Edition*, 411-417. doi:https://doi.org/10.1016/B0-12-369397-7/00260-0

Haleema, B., Tanveer, S., Basit, A., Hikal, W., & Arif, M. o. (2024). Efectos comparativos del calcio, el boro y el zinc en la inhibición de trastornos fisiológicos y la mejora del rendimiento y la calidad de Solanum lycopersicum. *Biología (Basilea)*.

Hussien, M., Abdelall, E., & Elsyed, E. (2023). Effect of NAA and Fulvic Acid Spray on Vegetative Growth, Productivity and Fruit Quality of “Taimour” Mango Cultivar. *Alexandria Science Exchange Journal*, 265–275. Obtenido de https://www.semanticscholar.org/reader/c9f729154a4c6ef4920bdb0be4630aec1a16cd25

INAMHI. (2015). Anuarios meteorologicos Tungurahua.

INTAGRI. (2015). Aplicaciones Foliares Eficientes. Serie Fitosanidad. Núm. 26. *Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.* Obtenido de https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/aplicaciones-foliares-eficientes

Jiménez, D., Cock, J., Satizábal, H., Pérez-Uribe, A., Jarvis, A., & Van Damme, P. (2010). Analysis of Andean blackberry (Rubus glaucus) production models obtained by means of artificial neural networks exploiting information collected by small-scale growers in Colombia and publicly available meteorological data. *Computers and Electronics in Agriculture*, 198-208. doi:https://doi.org/10.1016/j.compag.2009.08.008

Ladyzhenskaya, O., Simakhin, M., Donskih, V., Pashutin, V., Glinyuk, T., & Kryuchkova, V. (2025). Relations Among Agronomic Traits of Commercial Blackberry (Rubus subg. Eubatus Focke) Cultivars Under the Climatic Conditions of the Moscow Region. *Agronomy, 15*. doi:https://doi.org/10.3390/agronomy15122774

Liang, Y., Yang, R., Sadras, V., Wang, Y., Tang, L., Wang, Z., & Zhang, Z. (2026). Fulvic acid promotes cucumber (Cucumis sativus L.) growth and nitrogen use efficiency under moderate nitrogen deficit in soilless culture. *Revista de Investigación Agrícola y Alimentaria.* doi:https://doi.org/10.1016/j.jafr.2026.102786

Liu, Y., LI, X., LYU, L., Wu, Y., & HUANG, Z. (2025). Análisis sobre la fructificación y las características del fruto de la polinización de moras heteroploides (Rubus spp.). *Revista de Recursos Vegetales y Medio Ambiente., 34*, 53-65. Obtenido de Scopus: https://0x1012d0m-y-https-www-scopus-com.itmsp.museknowledge.com/pages/publications/105008971331?origin=resultslist

López, S. N. (2019). Efecto de la Aplicación Foliar de ácidos Fúlvicos en Conjunto con Potasio, Magnesio y Boro en Variedad Cabernet Sauvignon (Vitis vinifera L.). *ProQuest Dissertations & Theses*.

Mahajan, S., Reddy, R., Pandey, D., Parmar, S. S., & Singh, V. (2025). Impact of fulvic acid and amino acid on growth related attributes of tomato (Solanum lycopersicum L.). *Journal of Innovative Solutions for Eco-Environmental Sustainability*, 049.

Martínez, A., O., B., Velastegui, G. A., Jácome, R., Yánez, W., & Valle, E. (2007). Manual del cultivo de la mora de castilla. *Convenio INIAP-UTA, Ambato-Ecuador, Primera Edición*, 22.

Meteored. (2025). *Tiempo en el canton Tisaleo*. Obtenido de https://www.meteored.com.ec/tiempo-en_Tisaleo-America+Sur-Ecuador-Tungurahua--1-20151.html

Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación [MAG]. (2024). *Los beneficios de la mora*. Obtenido de https://www.maga.gob.gt/1los-beneficios-de-la-mora/

Nikoogoftar-Sedghi, M., Rabiei, V., Razavi, F., Molaei, S., & Khadivi, A. (2024). Fulvic acid foliar application: a novel approach enhancing antioxidant capacity and nutritional quality of pistachio (Pistacia vera L.). *BMC Plant Biology 2024 24:1, 24*, 241-276. doi:https://doi.org/10.1186/S12870-024-04974-0

Ramírez, F. (2024). Latin American Blackberries Biology: Mora de Castilla (Rubus glaucus Benth.) Volumen 1. doi:10.1007/978-3-031-31750-7

Ramírez, F. (2024). Latin American Blackberries Biology: Rubus bogotensis Kunth and Rubus acanthophyllos Focke Vol 2. *Scopus, 2*. Obtenido de https://0x1012d0m-y-https-www-scopus-com.itmsp.museknowledge.com/pages/publications/85207944345?origin=resultslist

Reickenberg, R., & Pritts, M. (2000). Dynamics of nutrient uptake from foliar fertilizers in red raspberry (Rubus idaeus L.). *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 158-163. doi:https://doi.org/10.21273/jashs.121.1.158

Roveda, G., Cabra, L., & Ramírez, M. (2019). Uso de microorganismos con potencial como biofertilizantes en el cultivo de mora Origen y distribución. *AGROSAVIA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria)*, 13-15.

Samra, N., El-Kady, M. I., Hikal, M., & Ghanem, M. S. (2017). Effect of Organic Fertilization on Fruit Set, Dropping, Yield and Fruit Quality of Washington Navel Orange. *Journal of Plant Production (JPP) – Mansoura University*, 853–858.

Sánchez, D. E. (2012). Estudio del potencial antioxidante de la mora (Rubus glaucus Benth) y sus cambios en función del proceso de maduración y bajo diferentes temperaturas de

almacenamiento. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS DEPARTAMENTO DE QUÍMICA BOGOTÁ D.C. COLOMBIA*. Obtenido de https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/20146

Sánchez-Velázquez, O., Rivera-Atondo, M., Milán-Carrillo, J., Montes-ávila, J., Mora-Rochín, S., & Cuevas-Rodríguez, E. (2024). Caracterización morfológica y nutricional de moras silvestres comestibles (Rubus spp.) de Sinaloa, México. *Revista de la Sociedad Química Mexicana., 68*, 248-263. doi:https://doi.org/10.29356/jmcs.v68i2.1868

Técnico Agricola. (2013). *Estados fenologicos de las plantas BBCH*. Obtenido de https://www.tecnicoagricola.es/estados-fenologicos-de-las-plantas-bbch/

Yang, Y., Huang, Z., Wu, Y., Wu, W., & Lyu, L. (2023). Efectos del nivel de aplicación de nitrógeno sobre las características fisiológicas, el rendimiento y la calidad del fruto de la mora. *Scientia Horticulturae*, 313. doi:https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.111915

ANEXOS

Anexos 1. *Fichas técnicas de productos utilizados*

1.1. Kalimax K

Componentes

Potasio
El Potasio (K2O) es un macronutriente primario esencial que realiza un papel importante como regulador activo de las funciones de la planta. El Potasio afecta a la forma, tamaño, color y sabor de los frutos y juega un papel fundamental en el transporte de fotoasimilados. El Potasio ayuda a mantener altos niveles de turgencia, es decir, niveles adecuados de agua en las plantas. Es debido a que participa fuertemente en la regulación de la apertura y cierre de los estomas lo cual es esencial para la fotosíntesis, regulando el intercambio de CO2 y otros gases entre la atmósfera, y la liberación de oxígeno y agua por parte de la planta.
Los Fotoasimilados
Son sustancias sintetizadas por las plantas a partir de CO2 y energía solar. Se producen en las hojas y se almacenan y distribuyen a todos los órganos de la planta a través del floema, el tejido conductor encargado del transporte de los fotoasimilados. El proceso de fotosíntesis proporciona la producción de asimilados, el dióxido de carbono (absorbido por los estomas) y el agua transformándolos en glucosa y oxígeno.

Ventajas

- Aumenta la entrada de agua y nutrientes a la planta, en momentos de mayor dificultad en su absorción como, por ejemplo, bajas temperaturas.
- Gracias a su combinación bicarboxílico, se mejora la translocación del Potasio al fruto de etapas fenológicas críticas, como es el engorde, llenado y maduración de los frutos, permitiendo la correcta formación de carbohidratos y enzimas que dan lugar a un mejor llenado de frutos.

Beneficios

- Aumenta la producción y transporte de azúcares y otros fotoasimilados.
- Mejora el llenado, turgencia, homogenización y maduración de los frutos.
- Aumenta la calidad de los frutos.
- pH neutro que le permite un amplio rango de mezclas.

Dosis y Modo de Aplicación

FOLIAR: 500 cc – 1 Lt / 200 Lts – 1,5 – 3 Lts / Ha. SUELO (Riego o Drench): 1 Lt / 1000 m2. 2,5 – 5 Lts / Ha. En cultivos CON FLORACIÓN ESCALONADA O PERMANENTE aplicar cada 20 días. NOTA: para un efecto increible mezclar con: DULZEE 250 cc – 500 cc / 200 Lts.

Modo de Empleo

- KALIMAX K30 está recomendado para todo tipo de cultivos: frutales (de pepita y hueso), cítricos, hortícolas, tubérculos extensivos y cultivos ornamentales.
- KALIMAX K30 se recomienda aplicar VIA FOLIAR para obtener la máxima eficacia.

Riquezas Garantizadas

*Potasio (K2O) soluble en agua	27,0%
Materia Orgánica Total	28,50%



1.2. *Ficha técnica Carbofusión Ca, B, Zn Ca, B, Zn*





Nombre Comercial:	CARBOFUSION Calcio Boro Zinc
Tipo de Producto:	Fertilizante líquido
Formulador:	EOFERTIL (Ecuatoriana de Quelatos y Fertilizantes)
Composición garantizada:	**Propiedades físco químicas:**
Calcio (Ca)..... 13,00% p/v	Color ..... amarillo
Boro (B) ..... 1,00% p/v	Densidad.....1500 gr/l
Zinc (Zn) ..... 3,00% p/v	ph (Solución 10%).....5
Complejante Ácidos Carboxílicos	
Formulación:	Solución concentrada soluble
Metales Pesados:	No aplica
Categoría de Peligro:	No aplica

MODO DE ACCIÓN:

CARBOFUSION CALCIO BORO ZINC es un carboxilato compuesto, de calcio, boro y zinc. Tiene una composición balanceada, que facilita la asimilación de los tres elementos corrigiendo rápidamente las deficiencias. Estimula la floración, evita la caída de los frutos cuajados, da resistencia a los tejidos contra las enfermedades y garantiza la cosecha de flores y frutos de gran calidad y sabor.

Dosis Sugerida:	500 cc /ha en aplicación foliar 1cc /litro aplicado foliar en ornamentales
Frecuencia de Aplicación:	Cada 15 días
Método de Aplicación:	Aspersión foliar
Compatibilidad:	Es compatible con agroquímicos y fertilizantes No es compatible con productos fuertemente alcalinos y con altas concentraciones de potasio. Se sugiere hacer pruebas previas de mezcla.
Presentaciones:	250cc 500cc Litro 4 litros



1.4. *Ficha técnica de Queador Gold*



Anexo 2.- *Labores a realizar antes de la aplicación*

2.1. *Poda liguera*



2.2. *Deshierbe manual*



2.3. *Aplicación abono orgánico*



1.4. *Selección de botones florales*



Anexo 3 - *Aplicaciones tratamientos*

3.1. *Primera Combinación*

Producto Carbofusión Ca, B, Zn 2,5 ml/L





Ácido fúlvico 1; 1,5; 2gr/lt



3.2. Segunda Combinación

Producto Kalimax K30 2,5 ml/L





Ácido fúlvico 1; 1,5; 2gr/L



3.3. Pulverización en el área experimental, Medición de Ph



Anexo 4.-*Recolección de datos*

4.1. Flores no fecundadas



4.2. *Diametro Ecuatorial y polar*





Anexo 5.- *Recoleccion datos hojas excel*

5.1. *Datos flores no fecundadas*

N. FLORES NO CUAJADAS TRATAMIENTO 1		
	LORES NO CUAJADAS	
REPETICION 1	6	20,00
REPETICION 2	7	23,33
REPETICION 3	4	13,33

N. FLORES NO CUAJADAS TRATAMIENTO 2		
	ORES NO CUAJADAS	
REPETICION 1	1	3,33
REPETICION 2	3	10,00
REPETICION 3	6	20,00

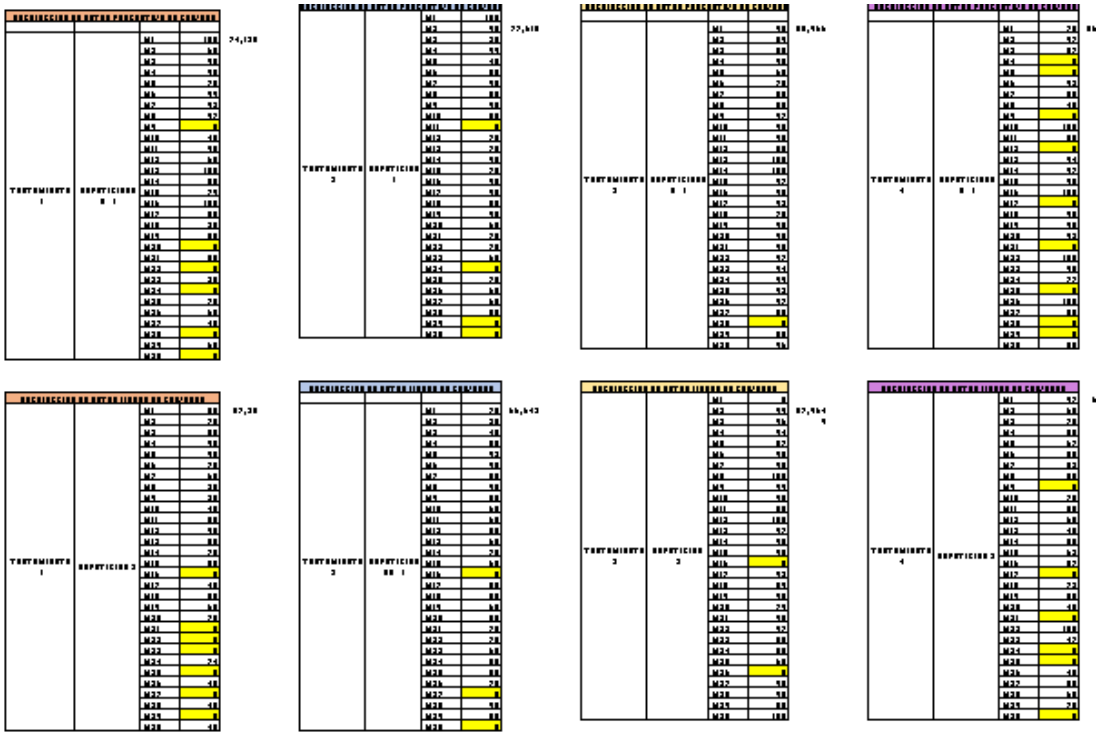
N. FLORES NO CUAJADAS TRATAMIENTO 2		
	ORES NO CUAJADAS	
REPETICION 1	1	3,33
REPETICION 2	2	6,67
REPETICION 3	4	13,33

N. FLORES NO CUAJADAS TRATAMIENTO 2		
	ORES NO CUAJADAS	
REPETICION 1	9	30,00
REPETICION 2	6	20,00
REPETICION 3	12	40,00

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			ROMEDIO
	I	II	III	
T0	20,00	23,3	13,3	56,60
T1	3,3	10	20	33,30
T2	3,33	6,67	13,33	23,33
T3	30	20	40	90,00
				203,23

BLOQUES	TRATAM	ABORTO FLORAL %
1	T0	20,00
2	T0	23,3
3	T0	13,3
1	T1	3,3
2	T1	10
3	T1	20
1	T2	3,33
2	T2	6,67
3	T2	13,33
1	T3	30
2	T3	20
3	T3	40

5.2. *Datos del cuajado de frutos*

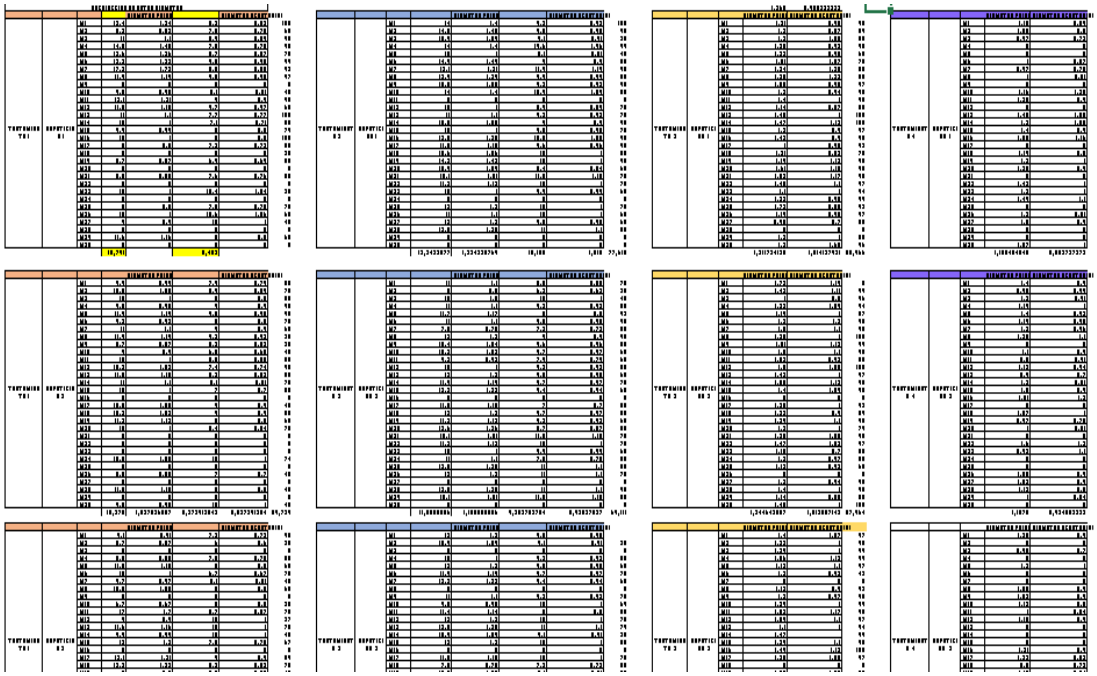


PORCENTAJE DE CUAJADO

TRATAMIENTOS	REPETICIONES I	II	III
T0	74,13	57,25	63,038
T1	77,615	66,642	66,041
T2	88,965	87,964	87,769
T3	86,476	63,88	59,333

BLOQUES	TRATAMIE	PORCENTAJE DE CUAJADO
1	T0	74,13
2	T0	57,25
3	T0	63,038
1	T1	77,615
2	T1	66,642
3	T1	66,041
1	T2	88,965
2	T2	87,964
3	T2	87,769
1	T3	86,476
2	T3	63,88
3	T3	59,333

5.3. *Datos diametro polar y ecuatorial (mm)*



DIAMETRO POLAR

TRATAMIENTOS	REPETICIONES		
	I	II	III
T0	1,07	1,027	1,064
T1	1,234	1,556	1,114
T2	1,311	1,345	1,306
T3	1,181	1,157	1,127

BLOQUE	TRATAMIENTO	DIAMETRO POLAR (cm)
1	T0	1,07
2	T0	1,027
3	T0	1,064
1	T1	1,234
2	T1	1,556
3	T1	1,114
1	T2	1,311
2	T2	1,345
3	T2	1,306
1	T3	1,181
2	T3	1,157
3	T3	1,127

BLOQUE	TRATAMIENTO	DIAMETRO POLAR (mm)
1	T0	10,79
2	T0	10,278
3	T0	10,642
1	T1	12,342
2	T1	11,556
3	T1	11,176
1	T2	13,117
2	T2	13,446
3	T2	13,069
1	T3	11,804
2	T3	11,575
3	T3	11,272

DIAMETRO ECUATORIAL

TRATAMIENTOS	REPETICIONES		
	I	II	III
T0	0,85	0,827	0,863
T1	1,015	0,93	0,34
T2	1,014	1,012	1,044
T3	0,882	0,935	0,878

BLOQUES	TRATAMIENTOS	DIAMETRO POLAR (cm)
1	T0	0,85
2	T0	0,827
3	T0	0,863
1	T1	1,015
2	T1	0,93
3	T1	0,34
1	T2	1,014
2	T2	1,012
3	T2	1,044
1	T3	0,882
2	T3	0,935
3	T3	0,878

BLOQUES	TRATAMIENTOS	DIAMETRO ECUATORIAL (mm)
1	T0	8,45
2	T0	8,274
3	T0	8,635
1	T1	10,15
2	T1	9,304
3	T1	9,342
1	T2	10,141
2	T2	10,129
3	T2	10,44
1	T3	8,827
2	T3	9,346
3	T3	8,778

Anexo 6.- *Observaciones visuales*

Obervaciones visuables en el tratamiento T3





