



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ
CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EFICIENCIA DEL CULTIVO MORA (*Rubus glaucus Benth*) CON
LA APLICACIÓN DE NITRÓGENO Y POTASIO”**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Agrónomo

AUTOR:
Cristian Rene Chusin Ayala

TUTOR:
Ing. Alex Enrique Salazar Saltos, M.Sc.

LA MANÁ-ECUADOR
FEBRERO-2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Chusin Ayala Cristian Rene, con cédula de ciudadanía No. 0504554650, declaro ser el autor del **PRESENTE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “EFICIENCIA DEL CULTIVO MORA (*Rubus glaucus Benth*) CON LA APLICACIÓN DE NITRÓGENO Y POTASIO”**, siendo el Ing. Salazar Saltos Alex Enrique MS.c. Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo es de mi exclusiva responsabilidad.

La Maná, febrero 21 del 2024



Chusin Ayala Cristian Rene
C.C: 0504554650

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En la calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“EFICIENCIA DEL CULTIVO MORA (*Rubus glaucus Benth*) CON LA APLICACIÓN DE NITRÓGENO Y POTASIO”, de Chusin Ayala Cristian Rene, de la carrera de Agronomía, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

La Maná, 21 de febrero de 2024



Alex Enrique Salazar Saltos
C.C.: 1803595584
TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná; por cuanto: el postulante Chusin Ayala Cristian Rene con el título del Proyecto de Investigación: “**EFICIENCIA DEL CULTIVO MORA (*Rubus glaucus Benth*) CON LA APLICACIÓN DE NITRÓGENO Y POTASIO**”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.


Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

La Maná, 21 febrero del 2024

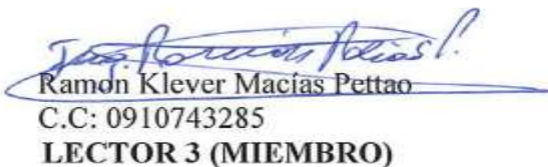
Para constancia firman:



Kleber Augusto Espinosa Cunuhay
C.C: 0502612740
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Jonathan Bismar López Bósquez
C.C: 1205419292
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ramon Klever Macías Pettao
C.C: 0910743285
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por otorgarme la sabiduría, el conocimiento y la comprensión necesarios para completar con éxito esta etapa tan importante hacia la profesionalización. Expreso mi profundo agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi por permitirme alcanzar el éxito tanto en el ámbito académico como social. Quiero agradecer de corazón a todos los docentes por compartir sus conocimientos a lo largo de mi trayectoria académica, así como a mi tutor, quien me orientó y respaldó en mi proyecto de investigación, cuyos frutos son evidentes en la conclusión de este trayecto.

Cristian

DEDICATORIA

Con gratitud y afecto, dedico este proyecto de investigación a mis padres, José Chusin y María Ayala, así como a toda la familia Ayala, cuyo apoyo constante y sabios consejos han sido fundamentales en mi desarrollo profesional.

Cristian

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

TITULO: “EFICIENCIA DEL CULTIVO MORA (*Rubus glaucus Benth*) CON LA APLICACIÓN DE NITRÓGENO Y POTASIO”

Autor:

Chusin Ayala Cristian Rene

RESUMEN

El nitrógeno (N) es esencial para el desarrollo óptimo de los cultivos, mientras que el potasio (K) desempeña un papel crucial en la síntesis de proteínas y en el equilibrio hídrico e iónico de las plantas. Este estudio busca evaluar la eficacia de la aplicación de nitrógeno y potasio en el cultivo de mora (*Rubus glaucus Benth*). Se implementaron cinco tratamientos con cuatro repeticiones utilizando un diseño de bloques al azar (DBA), y se realizó un análisis estadístico mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%. La fertilización se llevó a cabo de manera edáfica. Se examinaron diversas variables agronómicas, como el número de brotes principales y secundarios, ramas productivas e improductivas, flores, peso y tamaño de los frutos, así como los rendimientos y los costos asociados. Los tratamientos T1 (210N + 165 K₂O Kg/ha) y T3 (350N + 165 K₂O Kg/ha) mostraron un aumento en el número de ramas improductivas, con un desempeño general inferior en las demás variables. Por otro lado, el tratamiento T2 (210 N + 275 K₂O kg/ha) produjo un mayor número de brotes principales y secundarios, ramas productivas y flores, mientras que el tratamiento T4 (350 N + 275 K₂O Kg/ha) generó frutos de mayor tamaño y peso. Sin embargo, el rendimiento fue significativamente superior en el tratamiento T2, con 11039,53 Kg/ha (equivalentes a 11,04 t), con una rentabilidad del 110,28%, lo que representa un beneficio económico favorable para los agricultores.

Palabras clave. Nitrógeno, potasio, eficiencia, fertilización y mora.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

THEME: "EFFICIENCY OF BLACKBERRY (*Rubus glaucus Benth*) CROP WITH THE APPLICATION OF NITROGEN AND POTASSIUM"

Author:

Chusin Ayala Cristian Rene

ABSTRACT

Nitrogen (N) is essential for optimal crop development, while potassium (K) plays a crucial role in protein synthesis and in the water and ionic balance of plants. This study seeks to evaluate the efficacy of nitrogen and potassium application in blackberry (*Rubus glaucus Benth*) crops. Five treatments with four repetitions were implemented by using a randomized block design (RBD) and a statistical analysis was performed by using Tukey's test with a significance level of 5%. Fertilization was carried out in an edaphic manner. Various agronomic variables were examined, such as the number of main and secondary shoots, productive and unproductive branches, flowers, fruit weight and size, as well as yields and associated costs. Treatments T1 (210N + 165 K₂O Kg/ha) and T3 (350N + 165 K₂O Kg/ha) showed an increase in the number of unproductive branches, with an overall lower performance in the other variables. On the other hand, treatment T2 (210 N + 275 K₂O kg/ha) produced a greater number of main and secondary shoots, productive branches and flowers, while treatment T4 (350 N + 275 K₂O Kg/ha) generated fruits of greater size and weight. However, yield was significantly higher in the T2 treatment, with 11039.53 kg/ha (equivalent to 11.04 t) with a profitability of 110.28%, representing a favorable economic benefit for farmers.

Keywords. Nitrogen, Potassium, Efficiency, Fertilization and Blackberry

TABLA DE CONTENIDO

DECLARATORIA DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DIRECTOS E INDIRECTOS DEL PROYECTO	4
5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS	5
6.2. Objetivo específico	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREA EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA	7
8.1. Descripción del cultivo de mora de castilla (<i>Rubus glaucus Benth</i>).....	7
8.1.1. Origen de la mora	7
8.1.2. Clasificación taxonómica	8
8.1.3. Descripción botánica	8
8.1.4. Importancia nutricional	9
8.1.5. Usos	10
8.2. Condiciones edafoclimáticas	10
8.2.1. Variedades cultivadas de mora en Ecuador.....	10

8.3. Manejo del cultivo	11
8.5. Deficiencia y exceso de nitrógeno y potasio en cultivo de mora.....	14
8.6. Fertilización.	16
8.5.1. Formas de fertilización	17
8.6. Tipos de Fertilizantes.....	17
8.6.1. Fertilizantes químicos.....	17
8.6.2. Ventajas de los fertilizantes químicos	18
8.6.3. Desventajas de los fertilizantes químicos.....	19
8.7. Cosecha.....	19
8.8. Antecedentes de la investigación.....	20
9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	22
10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	23
10.1. Localización y duración del ensayo	23
10.2. Tipo de investigación	23
10.2.1. La investigación cuantitativa.....	23
10.2.2. La investigación experimental	23
10.2.3. La investigación de campo.....	23
10.2.4. La investigación cuantitativa.....	23
10.2.5. Condiciones agrometeorológicas	24
10.2.6. Materiales y equipos para la investigación	24
10.2.7. Características del material vegetal empleado en la investigación	25
10.3. Fuentes minerales empleados en la investigación	25
10.3.1. Urea.....	25
10.3.2. Muriato de potasio.....	26
10.3.3. El fosfato di-amónico.....	26

10.4. Tratamientos de estudio.....	27
10.5. Unidad experimental	27
10.6. Diseño experimental	28
10.7. Manejo del ensayo.....	29
10.7.1. Levantamiento topográfico	29
10.7.2. Análisis de suelo	29
10.7.3. Fertilización.....	29
10.7.4. Poda.....	30
10.7.5. Control de malezas	31
10.7.6. Control fitosanitario	31
10.8. Variables evaluadas.....	32
10.8.1. Número de brotes principales y secundarios.....	32
10.8.2. Números de ramas productivas e improductivas.	32
10.8.3. Número de flores.....	32
10.8.4. Peso del fruto (g).....	32
10.8.5. Diámetro del fruto (cm)	32
10.8.7. Rendimiento de producción (Kg/ha).....	33
10.8.8. Análisis de costos e ingresos de los tratamientos en estudio.	33
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
11.1. Análisis del suelo al inicio y final de la investigación	35
11.2. Número de brotes principales.....	36
11.3. Número de brotes secundarios.....	37
11.4. Números de ramas productivas	37
11.5. Ramas improductivas.	38
11.6. Número de flores	39

11.7. Peso del fruto (g)	40
11.8. Diámetro del fruto (cm).....	40
11.9. Longitud del fruto (cm)	41
11.10. Rendimiento de producción kg/ha.....	42
11.11. Análisis económico.	42
12. IMPACTO	44
13. PRESUPUESTO.....	44
14. CONCLUSIONES	46
16. BIBLIOGRAFÍA	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tarea en relación con los objetivos planteados	6
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la mora.....	8
Tabla 3. Datos nutricionales correspondiente a 100 gramos de mora	9
Tabla 4. Requerimiento nutricional de la mora.....	16
Tabla 5. Ciclos de desarrollo fenológico del fruto de mora.....	19
Tabla 6. Condiciones óptimas agrometeorológicas para el cultivo de mora	24
Tabla 7. Materiales y equipos	24
Tabla 8. Tratamientos	27
Tabla 9. Esquema del experimento	27
Tabla 10. Esquema del análisis de varianza.....	28
Tabla 11. Características de las unidades experimentales	28
Tabla 12. Plan de fertilizantes aplicados en la investigación en dosis por hectárea	30
Tabla 13. Fraccionamiento en dosis gramos por planta.....	30
Tabla 14. Control fitosanitario en la investigación	31
Tabla 15. Análisis físico químico de suelo	36
Tabla 16. Número de brotes principales con la aplicación de N y K en el cultivo de mora.....	36
Tabla 17. Número de brotes secundarios con la aplicación de N y K en el cultivo de mora.....	37
Tabla 18. Número de ramas productivas con la aplicación de N y K en el cultivo de mora.....	38
Tabla 19. Número de ramas improductivas con la aplicación de N y K en el cultivo de mora...	39
Tabla 20. Número de flores con la aplicación de N y K en el cultivo de mora	39
Tabla 21. Peso de frutos (g) con la aplicación de N y K en el cultivo de mora.....	40
Tabla 22. Diámetro de frutos (cm) con la aplicación de N y K en el cultivo de mora	41
Tabla 23. Longitud de fruto (cm) con la aplicación de N y K en el cultivo de mora	41
Tabla 24. Rendimiento de producción con la aplicación de N y K en el cultivo de mora.....	42
Tabla 25. Análisis de costos e ingresos de los tratamientos	43
Tabla 26. Presupuesto de la investigación	45

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:

Eficiencia del cultivo mora (*Rubus glaucus Benth*) con aplicación de nitrógeno y potasio.

Fecha de inicio:	Octubre 2023
Fecha de finalización:	Febrero 2024
Lugar de ejecución:	Sector Chiquinquirá, Parroquia Chugchilán, Cantón Sigchos, Provincia Cotopaxi.
Facultad que auspicia:	Facultad de Ciencias Agropecuaria y Recursos Naturales.
Carrera que auspicia:	Ingeniería Agronómica
Proyecto de investigación vinculado:	Al Sector Agrícola
Tutor:	M.Sc. Alex Enrique Salazar Saltos
Equipo de trabajo:	Cristian Rene Chusin Ayala
Área de conocimiento:	Agricultura, silvicultura, Pesca y Veterinaria
Línea de la investigación:	Desarrollo de Seguridad Alimentaria
Sub línea de la investigación:	Producción Agrícola Sostenible

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La superficie cultivada de mora en Ecuador es de 4.046 ha. Las principales zonas de producción se ubican en la ruta interandina en las provincias de Tungurahua, Bolívar, Chimborazo Cotopaxi, Carchi y Imbabura, teniendo en cuenta que en Ecuador las variedades más cultivadas son mora de Castilla, INIAP, Colombiana y de Brazo (Chemical, 2022).

Según Ministerio de Agricultura y Ganadería (2022) reporta que los rendimientos por hectárea varían según la provincia: en Bolívar se registraron 9,01 t/ha, en Cotopaxi 10,15 t/ha, en Tungurahua 9,89 t/ha, en Chimborazo 5,27 t/ha, en Imbabura 3,58 t/ha, en Pichincha 4,45 t/ha y en otras 2,65 t/ha. Tungurahua y Bolívar son las provincias con mayor área cultivada, Cotopaxi a pesar de tener menos extensión, alcanza el mejor rendimiento de producción de mora generando mayores rubros económicos en la región. Además, se destaca que los rendimientos están influenciados por las condiciones climáticas, el manejo técnico y el material genético.

La mora (*Rubus glaucus Benth*) es una de las frutas más consumidas en nuestro país, generando al año 1,8 empleos directos por hectárea y es uno de los cultivos que representa como agricultura familiar, cabe mencionar que la comercialización del producto varían de \$ 0,70 a 1,10 por kilo de mora, en los pequeños mercados de las localidades de Sarahuasi, Guarumal y Galápagos, perteneciente a la parroquia Chugchilán sin embargo al desglosar la cadena productiva, el mayor margen de ganancia lo retienen los intermediarios, llegando a acumular un beneficio de \$ 1 por kilo de mora.

El presente proyecto planteó el estudio en el sector de Chiquinquirá en la parroquia de Chugchilán, cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi, por ello se establece un ensayo de campo con una altura promedio de 1650 msnm. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia del cultivo de la mora (*Rubus glaucus Benth*) con la aplicación de nitrógeno y potasio, se empleó 5 tratamientos y 4 repeticiones con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), para el análisis estadístico se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, las variables evaluadas fueron las siguientes: análisis de suelo al inicio y al final, número de brotes principales y secundarios, números de ramas productivas, números de ramas improproductivas, número de flores, peso del fruto (g), diámetro del fruto (cm), longitud del fruto (cm), rendimiento de producción (kg/ha), análisis de costos e ingresos de los tratamientos en estudio.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En Ecuador, la mora desempeña un papel muy importante en términos socioeconómicos debido a su alta productividad en áreas reducidas. Se cultiva en varias provincias del país como; Pichincha, Imbabura, Carchi, Bolívar, Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi, se estima que la superficie dedicada al cultivo abarca alrededor de 5247 hectáreas, distribuidas en 14546 Unidades Productivas Agrícolas (UPAs). Estas unidades se encuentran en zonas agroclimáticas que oscilan entre los 2000 y 2800 metros sobre el nivel del mar, la mora contribuye el sustento económico constante de más de 12000 familias compuestas por mediano y pequeños productores, sino que también se destaca por generar ingresos económicos de manera continua. Esta característica contrasta con otros cultivos como el maíz o el frejol, cuya producción y beneficio económico son de naturaleza anual (Sánchez et al., 2018).

Para exportación de la mora es necesario acatar y garantizar a las diferentes necesidades del mercado, ofreciendo mora de calidad y de buen valor nutritivo, por ello, nace la iniciativa de elaborar este proyecto en realizar un plan de fertilización que ayude a establecer una dosificación adecuada de fertilizantes químicos para la obtención de la mora con rasgos agronómicos excelentes, mejorando así el manejo del cultivo y aprovechando al máximo su potencialidad.

De hecho, el nitrógeno (N) es uno de los macronutrientes fundamentales para el desarrollo y crecimiento óptimo del cultivo. Aunque el suelo contiene nitrógeno de manera natural, tanto en forma orgánica como mineral, estas cantidades no son suficientes para satisfacer las necesidades de las plantas cultivadas, por lo que es necesario aplicar fertilizantes que proporcionen nitrógeno adicional (Agrovitra, 2020). El potasio (K) es un nutriente vital para la síntesis de proteínas y para regular el equilibrio hídrico y iónico en las plantas. También juega un papel importante en mejorar la calidad de los frutos, otorgándoles un mayor aroma, color, durabilidad y fortalece los cultivos contra las condiciones desfavorables como sequia o heladas (Agrositio, 2022).

Por lo antes planteado la presente investigación, planteo analizar el efecto de la fertilización nitrogenada y potásica en el cultivo de la mora en el sector de Chiquinquirá del cantón Sigchos, esta investigación tiene como visión en difundir a los propietarios de la mora en realizar diferentes técnicas y prácticas del uso adecuado de los fertilizantes químicos al nivel mundial.

4. BENEFICIARIOS DIRECTOS E INDIRECTOS DEL PROYECTO

Beneficiarios Directos: Los beneficiarios directos de este proyecto son los 5000 productores de las comunidades de Sarahuasi, Guarumal y Galápagos, quienes a través de estos resultados podrán hacer un aprovechamiento eficiente de nitrógeno y potasio elementos claves para la producción de mora en estas comunidades.

Beneficiarios Indirectos: Los beneficiarios indirectos son productores de la provincia de Cotopaxi quienes contarán con una nueva información sobre la adecuada aplicación de la fertilización nitrogenada y potásica para sus cultivos.

5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

La mora es una de las frutas más cultivadas en el mundo entero, Europa aporta el 67,4% de la producción mundial, siendo Alemania el principal productor con 31,9% del volumen, seguida de Polonia con 16,2%, Rusia con 13,5%, Checoslovaquia con 5,8% y los Países Bajos con el 2,0%. En Ecuador, la mora se cultiva entre 1.800 y 3.000 msnm, principalmente en las provincias de Tungurahua, Pichincha, Carchi, Bolívar, Imbabura y Cotopaxi, abarcando unas 5.200 hectáreas. La producción anual alcanza entre 12 y 14 toneladas. (Basantes, 2015).

En Ecuador, alcanzan las 6 toneladas por hectáreas de producción, lo cual representa una producción comparativamente baja en relación con otros países como México o Colombia, que reportan más de 15 toneladas por hectárea, según los datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Esto se atribuye a la falta de tecnificación en el cultivo por parte de los agricultores, quienes no aprovechan de manera eficiente los diversos recursos como los fertilizantes y agua, llegando a obtener una baja capacidad productiva en las plantas (Tillaguano, 2023).

Los agricultores de mora del cantón Sigchos cultivan la variedad de mora de castilla y la colombiana, este grupo de productores no poseen mecanismos para mejorar la calidad de la fruta a través del manejo agronómico, lo cual ha causado tener bajos rendimientos de producción y pérdidas económicas al realizar las fertilizaciones de manera empírica. Durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, los niveles de producción son extremadamente bajos, llegando apenas a 40 kg por hectárea, lo que tiene un impacto negativo en la economía de las familias dedicadas a esta actividad.

En las zonas de Sarahuasi, Guarumal y Galápagos producen la mayor cantidad de mora en el país, el problema es el precio y el rendimiento de producción, antes producían 6,000 toneladas de mora al día en las comunidades señaladas, mientras va pasando los años baja el rendimiento de producción por la mala administración de insumos agrícolas, uno de ellos son los fertilizantes, ya que lo utilizan de manera empírica, lo cual ha ocasionado efectos negativos en el suelo como pérdidas de materia orgánica, suelos infértiles y compactados. Los productores de mora requieren el manejo adecuado del cultivo para mejorar la producción en calidad y en rendimiento, por ende, se busca una sostenibilidad en la economía familiar.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Evaluar la eficiencia del cultivo de la mora (*Rubus glaucus Benth*) con la aplicación de nitrógeno y potasio.

6.2. Objetivo específico

- ✓ Analizar las variables agronómicas en el cultivo de mora (*Rubus glaucus Benth*) con la aplicación de Nitrógeno y Potasio
- ✓ Determinar el efecto de las dosis de Nitrógeno (N) y Potasio (K) en la producción del cultivo de mora (*Rubus glaucus Benth*)
- ✓ Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio de la mora (*Rubus glaucus Benth*)

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREA EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y sistema de tarea en relación con los objetivos planteados

Objetivo	Actividad	Resultados	Medios de verificación
<ul style="list-style-type: none"> Analizar las variables agronómicas en el cultivo de mora (<i>Rubus glaucus Benth</i>) con la aplicación de nitrógeno y potasio 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de análisis del suelo química-física. Elaboración de un plan de fertilización. Cálculo de cantidades de nitrógeno y potasio. Aplicación de nitrógeno y potasio en los tratamientos Recolecta de las variables agronómicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Datos de crecimiento como: número de brotes primarios y secundarios, número ramas productivas e improductivas. 	<ul style="list-style-type: none"> Fotografías. Libros. Análisis de suelo. Análisis estadístico de los resultados
<ul style="list-style-type: none"> Determinar el efecto de las dosis de Nitrógeno (N) y Potasio (K) en la producción del cultivo de mora (<i>Rubus glaucus Benth</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> Toma de datos de los tratamientos con mejor rendimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Datos de las siguientes variables número de flores, peso del fruto (g), diámetro y longitud del fruto (cm), rendimiento de producción por tratamiento (kg). 	<ul style="list-style-type: none"> Libro de campo. Fotografías
<ul style="list-style-type: none"> Realizar un análisis de costo de los tratamientos en estudio de la mora (<i>Rubus glaucus Benth</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> Registro de costos y ventas. 	<ul style="list-style-type: none"> Datos de análisis de costos de los tratamientos establecidos en la investigación. 	<ul style="list-style-type: none"> Documentos del análisis de costos de los tratamientos establecidos en la investigación.

Elaborado por. (Chusin, 2024).

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

8.1. Descripción del cultivo de mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*).

La mora castellana (*Rubus glaucus Benth*) es una fruta muy deseada en los mercados tanto nacionales como internacionales. En la actualidad, se identifican diversas variantes de esta fruta en las regiones del altiplano tropical de América, especialmente en los Andes de Ecuador y Colombia, donde crece de manera silvestre. Su alta demanda se debe a que constituye una excelente fuente de alimento, destacando por su contenido abundante en vitaminas y minerales (Bonilla, 2023).

Las familias de la región litoral, la consumen a diario, demandando alrededor de 2 kilogramos por semana. En la actualidad, la productividad de la mora de castilla se ha visto reducida debido a varios problemas, como plagas y enfermedades, un plan de fertilización inadecuado y la falta de experiencia en el manejo y las técnicas del cultivo. Por esto, las áreas de cultivo en la Sierra central, aunque son productoras, no logran alcanzar los rendimientos deseados, siendo estos inferiores a los 5 kilogramos de fruta por planta en cada ciclo (Tillaguano, 2023).

8.1.1. Origen de la mora

La mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*) fue investigada por Hartw y descrita por Benth, de hecho, es originaria de zonas altas tropicales de América principalmente de México, Salvador, Honduras, Guatemala, Panamá, Colombia y Ecuador (León , 2000).

Las plantas pertenecientes al género *Rubus* son de origen silvestre y abarcan variedades como moras, frambuesas y moras rastreras conocidas como zarza. La mayoría de estas especies se originan en las regiones templadas y frías de América del Norte y Euro Asia. En la región Interandina del Ecuador, estas plantas se encuentran tanto en estado silvestre como cultivado, específicamente en las estribaciones de la cordillera de los Andes, donde el clima es moderadamente frío, en un rango altitudinal que va desde los 2200 hasta los 3200 metros sobre el nivel del mar (Pauta, 2023).

8.1.2. Clasificación taxonómica

De acuerdo, López y Gómez (2008) detallan la clasificación taxonómica de la mora de castilla en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación taxonómica de la mora

Orden:	<i>Rosales</i>
Familia:	<i>Rosaceae</i>
Género:	<i>Rubus</i>
Especie:	<i>Glaucus</i>
Nombre científico:	<i>Rubus glaucus Benth</i>
Nombre común:	<i>Mora de castilla, mora andina, zarzamora azul</i>

Fuente: (López & Gómez, 2008).

8.1.3. Descripción botánica

La planta de mora es de tipo arbustiva y perenne, con una raíz principal pivotante que alcanza una profundidad de 30 a 50 cm, mientras que las raíces secundarias se encuentran por encima de los primeros 10 a 20 cm en los suelos francos (Restrepo et al., 2011). Los tallos principales dan origen a los tallos secundarios y terciarios donde se centran la mayor cantidad de las inflorescencias (Castro & Cerda, 2005). Las ramas que produce la planta de la mora se clasifica de la siguiente manera; ramas látigo son muy delgadas con hojas muy pequeñas se debe eliminar desde la base, ya que estas ramas son estériles y no se debe ser utilizada como material de siembra, ramas vegetativas o machos son ramas gruesas con numerosas espinas y con hojas terminales cerradas, se deben despuntar por encima del alambre para estimular la emisión de los nuevos brotes y las ramas productivas son más gruesa que las ramas látigos, pero más delgada que la vegetativa, su crecimiento es de forma vertical y las hojas terminales son abiertas (López & Gómez, 2008).

Generalmente, las hojas son compuestas, trifoliadas de peciolo blancuzco, cilíndrica y cubierta de espinas en el envés a lo largo de la vena central, normalmente el color y el tamaño varía de acuerdo a la variedad de mora, asimismo las flores son hermafroditas y actinomorfas por poseer perfectamente de numerosos pistilos y estambres, se desarrollan en racimos terminales como laterales contiene cinco pétalos de color blanco a violeta o rosa dependiendo de la variedad de mora (Delgado, 2012).

El fruto es de tipo agregado que está formado por la unión de varias drupas debido a que en su interior contiene varias semillas, su forma es cilíndrica o elipsoidal, los frutos presentan de un color rojo a negra dependiendo del grado de madurez (Salcedo, 2019). Sin embargo, las semillas son muy pequeñas, de color café claro, pubescente, cuyo diámetro polar fluctúa de 1,2 a 1.3 mm, mientras que el diámetro ecuatorial es de 1.0 a 1.1 mm, de hecho, las semillas se clasifican dentro del grupo de las ortodoxas (InfoAgro, 2010).

8.1.4. Importancia nutricional

A nivel nutricional, la mora se destaca por tener una amplia gama de vitaminas, ácidos grasos, minerales, compuestos fenólicos y fibra dietética, atributos que contribuyen a su elevado valor nutricional. Naturalmente es rica en minerales esenciales como fósforo, potasio y manganeso, la mora desempeña un papel crucial en la salud humana al favorecer el desarrollo de hueso y dientes, además de brindar fortaleza a los músculos (Pinta, 2023).

Tabla 3. Datos nutricionales correspondiente a 100 gramos de mora

Factor Nutricional	Unidad	Valor
Fibra	Gr	5,30
Proteína	Gr	1,39
Humedad	Gr	88,20
Ceniza	Gr	0,37
Grasa	Gr	0,49
Contenido de vitaminas		
Vitamina B6	Mg	0,03
Tiamina	Mg	0,02
Ácido pantoténico	Mg	0,28
Ácido ascórbico	Mg	21
Rivoflavina	Mg	0,03
Niacina	Mg	0,65
Contenido de minerales		
Fosforo (P)	Mg	22
Potasio (K)	Mg	162
Calcio (Ca)	Mg	29
Magnesio (Mg)	Mg	20
Hierro (Fe)	Mg	0,62
Sodio (Na)	Mg	1

Fuente: (Espinosa & Castaño, 2016).

Elaborado por. (Chusin, 2024).

8.1.5. Usos

La mora (*Rubus glaucus Benth*) es un fruto muy deseado en el mercado nacional e internacional, por sus propiedades, presenta un gran futuro como producto de exportación en forma congelada y fresca, habría que decir también que el producto tiene una amplia gama de usos industrial que se elabora, pulpas, mermeladas, jaleas, vinos y otros alimentos (Mena, 2012).

8.2. Condiciones edafoclimáticas

La mora de castilla se cultiva entre 1800 y 2400 m.s.n.m. con temperaturas óptimas de 12 a 28° C. Prefieren temperaturas más altas para un crecimiento óptimo. Las precipitaciones varían entre 1500 – 2300 mm anuales, con una humedad relativa ideal de 70 – 80%. Requieren suelos Franco – permeables, profundos, con buena materia orgánica, humedad y drenaje, evitando suelos arcillosos y arenosos. La planta requiere suelos ligeramente ácidos con pH de 5.3 a 6.2, la falta de humedad en el suelo ocasionará a obtener frutos pálidos y sin sabor. La luminosidad óptima es de 1200 a 1600 horas de brillo solar con vientos menores a 3 Km/h (Reyes, 2001).

8.2.1. Variedades cultivadas de mora en Ecuador.

En nuestro país Ecuador se cultivan muchas variedades de moras, como la de Brazo, INIAP, Andimora 2013, colombiana y la de Castilla, el principal modo de reproducción es asexual. Sin embargo, cada variedad tiene características morfológicas, de rendimiento y de calidad. El híbrido Brazos (*Rubus spp.*) es originario de Texas y fue liberado en 1959, la planta crece recta, muy fuerte, tiene grandes espinas en el tallo, rinde 3 kg/plana, alta calidad, racimos grandes con frutas dulces y jugosas por encima de 10° Brix, se cultiva más en América del Sur debido a su resistencia a las enfermedades (Iza et al., 2020).

Por otro lado, la variedad Andimora proviene de la mutación sexual de la mora de Castilla con espinas, una planta de origen andino se encuentra en climas fríos y templados de los Andes ecuatorianos. Su característica importante es la ausencia de las espinas, lo cual facilita su manejo, debido a que puede ser manipulado con las manos desprotegidas sin dañar el fruto al momento de la recolección, experimentalmente el rendimiento promedio es de 7.2 kg/planta, tiene buena concentración de azúcar de 12.6° Brix y buen comportamiento en la poscosecha (Iza et al., 2020).

La mora de Castilla produce una gran cantidad de brotes vegetativos que requieren poda para estimular la producción, son difíciles de manipular debido a las espinas, tienen rendimientos bajos (2,65 kg/planta), 9,84° Brix y generalmente las hojas suelen ser permanentemente amarillas, por tanto la variedad Colombiana son menos resistentes que la mora de Castilla, la diferencia es que ellas no poseen espinas, tiene mayor número de ramas productivas con alta producción de inflorescencia y son resistentes a las heladas. Puede lograr una producción elevada de hasta (6 kg/planta), puede alcanzar los 7,43° Brix y es susceptible al hongo oídium (Iza et al., 2020).

8.3. Manejo del cultivo

El manejo cultural de malezas es ampliamente utilizado en la serranía ecuatoriana, el trabajo se realiza cuatro veces al año, alternando dos veces de forma manual con uso de machete y dos veces de forma mecánica con uso de moto guadaña. La frecuencia de este trabajo ocurre en épocas invernales, cuando las malezas crecen más rápidos que temporadas secas. El control de malezas es necesario e importante para reducir la presencia de plagas en los cultivos (Zumba, 2022).

En el cultivar de mora para el proceso de control de malezas, se emplea herbicidas como glifosato y paraquat, en dosis de 150 cc por 20 litros de agua. Esta mezcla se aplica a una distancia de 50 centímetros de la planta, con el objetivo de evitar la pulverización a los brotes nuevos y, al mismo tiempo, prevenir la absorción del producto químico por parte de la planta (García & Mejía, 2005).

El cultivo de mora requiere un sistema de tutorado por ser una planta de crecimiento semi rastrero que permita la aireación de las plantas, el manejo adecuado, proporcionando la facilitando del deshierbe, la fumigación, la podas y la cosecha (Franco & Giraldo, 2001). En el Ecuador se maneja los sistemas de espalderas en línea y de espalderas en cuadro o chiquero. Espalderas en línea. Son soportes para cada hilera de las plantas, un soporte por cada hilera de la plantación y estos soportes pueden ser de diversos materiales como alambre, madera, PVC, etc. (Mena, 2011).

La poda es una actividad muy importante en el cultivo de mora para aumentar los rendimientos, entre las podas más habituales que se realizan en la planta de mora son las siguientes: La poda de formación se realiza cuando la planta está en crecimiento y desarrollo debe realizarse antes de la primera cosecha, dejando siete a diez ramas fuerte por planta, la poda de fructificación se realiza rápidamente después de la cosecha para estimular el crecimiento de brotes primarios y secundarios,

creando así nuevas ramas muy productivas y por último la poda de renovación se realiza entre nueve a diez años después de la siembra es decir en cultivos establecidos, consiste en cortar todos los tallos a una altura de diez centímetros para que pueda crecer nuevos brotes en la planta, los cortes se los cubre con aceites de parafina para evitar el ingreso de agua y enfermedades (Zumba, 2022).

8.4. Descripción del nitrógeno y potasio

El nitrógeno (N) es un nutriente muy importante para los seres vivos, siendo un componente esencial de diversos compuestos vitales como aminoácidos, proteínas, enzimas nucleoproteínas, ácidos nucleicos, así como de las estructuras celulares y la clorofila en las plantas. En el contexto de la nutrición de las plantas, el N se clasifica como un macronutriente debido a su importancia. Aunque la mayor parte del N del planeta tierra se encuentra en las rocas ígneas de la corteza y el manto, esta forma de N no está disponible para las plantas. Del mismo modo, el N presente en el suelo en formas orgánicas no está disponible para las plantas; para que puedan absorberlo, debe transformarse en formas inorgánicas. El N inorgánico, que atribuye alrededor del 2% del N total del suelo, se encuentra en formas como nitrato (NO_3), amonio (NH_4^+) y nitritos (NO_2), es fundamental para la nutrición vegetal (Perdomo, 2016).

El nitrógeno es imprescindible para el desarrollo óptimo de las plantas cultivadas, y su distribución interna se realiza a través del sistema vascular. Después de ser absorbido por las raíces en forma de iones nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+), el nitrógeno se desplaza hacia arriba a través del xilema, un tejido que transporta agua y nutrientes disueltos desde las raíces hasta las partes aéreas de la planta. Principalmente, el nitrógeno presenta en forma de nitrato, una forma altamente soluble en agua, el nitrógeno se desplaza por el xilema hacia los tallos, hojas y otras estructuras vegetales (Axayacatl, 2023).

El nitrógeno es altamente móvil y se puede perder a través de diversas vías. Las pérdidas en forma gaseosa se conocen como volatilizaciones, mientras que las pérdidas en las capas más profundas del suelo y en las aguas subterráneas se denomina lixiviación. Ambos procesos no solo ocasionan pérdidas económicas, sino que también generan problemas ambientales. Las pérdidas de nitrógeno están influenciadas por la forma en que se encuentra presente (nitrato, amonio o urea), así como

por las características del suelo (pH, textura, temperatura, humedad, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica) y la estrategia de fertilización (momento y cantidad) (LATNitrogen, 2024).

La presencia de amonio y potasio en el suelo puede generar un efecto antagónico debido a su naturaleza monovalente. Las investigaciones han demostrado que niveles elevados de amonio reducen la absorción de potasio por las raíces y viceversa. Para evitar este efecto antagónico, se recomienda realizar análisis de suelo para evaluar la disponibilidad de nutrientes y establecer programas de fertilización equilibrados (Intagri, 2016).

De acuerdo con estudios previos, Vega (2015) se sugiere que la fertilización nitrogenada reduce la vulnerabilidad al moho gris (*Botrytis cinérea*). Wang (2013) en su estudio describe, que uso el potasio disminuye la incidencia de enfermedades fúngicas en un 70% y la infestación por insectos y ácaros en un 63%.

El potasio (K) es un nutriente esencial para las plantas, considerado como un macronutriente debido a que se requiere cantidades significativas, en algunos casos comparables a las necesidades de nitrógeno. Desempeña un papel crucial en la activación de más de 60 enzimas que participan en diversos procesos metabólicos, siendo especialmente relevante la fotosíntesis, la síntesis de proteínas y carbohidratos. Además, el potasio contribuye al equilibrio hídrico y al crecimiento meristemáticos. En términos práctico os el potasio actúa sobre el crecimiento vegetativo, fructificación, maduración y la calidad de los frutos. En el suelo, el potasio se encuentra en cuatro formas distintas, cada una con diferente disponibilidad para los cultivos: potasio en solución, potasio intercambiable, potasio no intercambiable y potasio mineral (Intagri, 2021).

El potasio, en forma de ion K^+ , es absorbido por las plantas y se mueve dentro de ellas a través del xilema y floema, siempre desde áreas de mayor concentración hacia áreas de menor concentración. Su función es regular la apertura y cierre del estomas para facilitar la fotosíntesis y la absorción de CO_2 , así como participar en la osmorregulación celular para mantener adecuados niveles de agua, lo que ayuda a las plantas a resistir el estrés hídrico. El potasio es esencial para más de 60 enzimas en el metabolismo vegetal, incluida su función en la fotosíntesis para generar ATP (Agrométodos, 2023).

El potasio es un macronutriente que las plantas absorben en cantidades significativas, siendo superado solo por el nitrógeno y, ocasionalmente, por calcio. A diferencia de fósforo, azufre y nitrógeno, el potasio se encuentra presente en la solución del suelo únicamente como un catión con carga positiva, K^+ . A diferencia del nitrógeno y del fósforo, el potasio no causa problemas ambientales al abandonar el sistema del suelo. No es tóxico y no provoca eutrofización en los sistemas acuáticos (Sanzano, 2017).

Por otra parte, el potasio mejora la absorción y el transporte de nitrógeno, esencialmente en forma de nitratos en la raíz. Los estudios han demostrado que, para aumentar el efecto del nitrógeno en las plantas, se necesita una cantidad adecuada de potasio para obtener un alto rendimiento, asimismo se halló que, si el contenido de potasio es suficiente, el cultivo responde positivamente a un aumento de contenido de nitrógeno. La base de esta relación sinérgica es el potasio que mejora el transporte de nitrógeno en las plantas, porque la deficiencia de potasio produce altas concentraciones de nitratos y aminoácidos solubles en las raíces. Además, un exceso de potasio puede provocar deficiencia de magnesio, ya que este último también está presente en forma de catión en la solución del suelo (Intagri, 2016).

8.5. Deficiencia y exceso de nitrógeno y potasio en cultivo de mora.

La falta de este nutriente se evidencia por el amarilleo del follaje, primero en las hojas inferiores, que muestran síntomas como amarillamiento y quemaduras en los ápices y la vena principal. También se observan pecíolos de tono morado o rosado, un crecimiento casi nulo de las ramas, tallos de color rojo o púrpura, y un desarrollo deficiente de las plantas. La deficiencia de nitrógeno reduce el contenido de agua en la planta, lo que produce síntomas similares a los de la falta de agua (Álvaro & Osorio, 2020).

Las plantas con exceso de nitrógeno son de color verde oscuro con follaje succulento, lo que hace más vulnerables a las enfermedades e infestaciones de insectos. Además, son más propensas al estrés por falta de agua, lo que puede afectar tanto la producción de frutas debido al exceso de crecimiento vegetativo como la calidad de los frutos por exceso de crecimiento vegetativo, así como, verse afectada la calidad de los frutos Valverde et al. (2016).

La falta de potasio se manifiesta inicialmente en las hojas más antiguas, que se enrollan hacia adentro, luego se tornan amarillas y finalmente presentan quemaduras en las puntas a lo largo de los bordes. Los espacios entre los nudos se acortan y las hojas se enrollan, con bordes más dentados de lo habitual. Además, esta deficiencia puede provocar la caída temprana de hojas y frutos (Álvaro & Osorio, 2020). Aunque no se habla de toxicidad por potasio en sí misma, niveles excesivos de este elemento pueden provocar antagonismos que resulten en deficiencias de otros nutrientes como magnesio o calcio. (PROMIX, 2023).

8.5.1. Requerimiento nutricional del cultivo

Las plantas requieren los nutrientes presentes en el suelo para su adecuado crecimiento. Se ha comprobado que existen diecisiete elementos esenciales para el desarrollo de todas las plantas, cada uno desempeña funciones muy importantes en su vida. Las cantidades bajas de estos elementos, pueden ocasionar alteraciones graves y una disminución significativa en el crecimiento de las plantas y cabe destacar que algunas plantas utilizan ciertos nutrientes en mayor cantidad que otros, lo que lleva a la clasificación de estos elementos como macro y micronutrientes (Arévalo & Catellano, 2009).

La frecuencia de fertilización se ajusta al manejo del cultivo, considerando que la planta de mora atraviesa todas las etapas de su desarrollo simultáneamente, incluyendo crecimiento, floración y producción. Durante la fase inicial, se busca estimular un crecimiento activo, enfocándose en la importancia del nitrógeno (N) y el calcio (Ca), pero sin descuidar otros elementos necesarios. Si la planta deja de crecer, se recomienda añadir fósforo (P), magnesio (Mg) y potasio (K). Después de la cosecha, la mora experimenta flujos de crecimiento que requieren una cantidad adecuada de nitrógeno, complementado con zinc, para iniciar un nuevo ciclo. Se sugiere aplicar macronutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg) directamente al suelo, mientras que micronutrientes como boro (B), zinc (Zn), hierro (Fe) y calcio (Ca) deben administrarse mediante pulverización foliar, ya que la planta necesita cantidades mínimas y los absorbe de manera más eficiente a través de las hojas. Dado el prolongado período de formación de flores en la mora, debido a su floración y tipo de inflorescencia, es crucial aplicar adecuadamente elementos como nitrógeno (N), fósforo (P), magnesio (Mg) y potasio (K) durante esta etapa (Pérez, 2011).

El nutriente más requerido por la planta de la mora es el nitrógeno durante su desarrollo, para la formación de los tallos y hojas, por lo tanto, este elemento es parte de proteínas y de la clorofila, mientras que potasio interviene en la regulación de la pérdida de la humedad de la planta, mediante el cierre de los estomas de las hojas y es muy fundamental en la formación de frutos y azúcares (Feicán et al., 2019).

Pauta (2023) argumenta que conseguir una fertilización adecuada requiere llevar a cabo la evaluación química del suelo y, posteriormente, seguir las directrices de fertilización proporcionadas por el INIAP en función de dichos resultados, se detalla en la tabla 4.

Tabla 4. Requerimiento nutricional de la mora

Interpretación nutricional del análisis de suelo	Kg/ha/año		
	N	P	K
Requerimiento	300	60	300
Bajo	280	50	260
Medio	200	40	220
Alto	110	20	220

Fuente: (Pauta, 2023).

Según Espín (2012) recomienda 360-60-300 kg/ha/año de N-P-K, de forma edáfica, en épocas de postcosecha; 100% de P, 30% de N, después de la poda; 40% de N, 40% de K dos veces, y si se realiza con fertirrigación requiere cinco días consecutivos de 8 kg/ha/día con descansos de dos a tres días, dependiendo a las necesidades del cultivo. Cada etapa fenológica tiene diferentes requerimientos nutricionales, como es el nitrógeno y el fósforo durante la fase vegetativa y el potasio y calcio durante la fase de producción; sin embargo, el primer y segundo año del cultivo de mora se requieren 344-60-640-530 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O y CaO (Cardona & Bolaños, 2019).

8.6. Fertilización.

La fertilización es una técnica agrícola que proporciona al suelo o a las plantas los nutrientes necesarios para obtener cosechas de calidad. Este proceso busca minimizar el impacto ambiental y reducir costos económicos (Pomares, 2008).

La fertilización o abonado consiste en la aplicación de fertilizantes o elementos nutritivos necesarios para la planta. Estos se pueden incorporar directamente al suelo o disolver en agua de riego por goteo. Para cada tipo de cultivo y fase de desarrollo, es esencial establecer un plan de fertilización que considere los siguientes aspectos: cantidad de nutrientes requeridos por el cultivo en cada etapa de desarrollo (expresado en kg/ha), tipo de fertilizantes más adecuado para la situación (expresado en kg/ha de fertilizantes), momento preciso para realizar la aplicación, método de incorporación de los nutrientes (Villablanca & Villavicencio, 2010).

8.5.1. Formas de fertilización

Según Herrera (2023) explica, las prácticas más reconocida o utilizada para llevar a cabo esta actividad de la fertilización son; fertilización edáfica, foliar y la fertilización mediante el uso del agua como medio, conocida como fertirrigación.

En la fertilización edáfica, se aplica el fertilizante directamente en la zona de raíces de la planta para facilitar su absorción y asimilación, generalmente con fertilizantes granulados de aplicación esporádica. El objetivo es mantener los nutrientes en el suelo durante períodos prolongados para que la planta los utilice gradualmente. La fertilización foliar implica la aplicación de nutrientes a través de las hojas, complementando la fertilización edáfica, corrigiendo deficiencias específicas y mejorando el rendimiento y la calidad de las cosechas. La fertirrigación utiliza agua de riego como portador para aplicar fertilizantes a los cultivos, maximizando rendimientos, reduciendo la contaminación y optimizando el uso de los fertilizantes al permitir un control preciso de su aplicación en términos de tiempo, cantidad y concentración (Herrera, 2023).

8.6. Tipos de Fertilizantes

8.6.1. Fertilizantes químicos

Los fertilizantes químicos son elaborados a partir de sustancias químicas sintéticas y suelen poseer una mayor concentración que los fertilizantes orgánicos. Estos se disuelven en agua, permitiendo proporcionar nutrientes a las plantas de manera rápida. No obstante, su uso excesivo o inapropiado puede tener efectos negativos tanto en el medio ambiente como en la salud humana, en las plantas ocasiona quemaduras en las raíces, hojas y aumento de la contaminación al agua (Álvaro & Osorio, 2020)

La aplicación de los fertilizantes foliares implica administrar nutrientes directamente sobre las hojas de la planta. Este método puede resultar beneficioso para suministrar elementos adicionales a aquellas plantas que no obtienen suficientes nutrientes del suelo. Sin embargo, es esencial tener en cuenta que la fertilización foliar no reemplaza la fertilización edáfica. La aplicación de fertilizantes foliares requiere precaución para evitar el daño de las hojas y asegurar la adecuada absorción de los nutrientes (Bioma, 2023).

Los fertilizantes orgánicos son elaborados a partir de sustancias naturales como estiércol, compost, harina de hueso, entre otros. Estos fertilizantes tienen una velocidad de disolución más lenta en comparación con los fertilizantes químicos, pero pueden suministrar nutrientes por un periodo extenso. Además de proporcionar nutrientes, los fertilizantes orgánicos pueden mejorar la calidad del suelo al incrementar la actividad biológica y la capacidad de retención de agua y nutrientes (Defaz, 2023).

8.6.2. Ventajas de los fertilizantes químicos

Los fertilizantes químicos aumentan la producción agrícola por hectárea al mejorar la absorción de nutrientes del suelo y ampliar la profundidad de las raíces hasta un metro, lo que brinda estabilidad a las plantas y acceso a aguas subterráneas. También permiten ajustar el suelo corrigiendo niveles de acidez extremos y completando otros elementos como el encalado, lo que contribuye a mantener la calidad y fertilidad del suelo. Además, ofrecen productos específicos diseñados para satisfacer necesidades particulares en diferentes etapas del ciclo de producción agrícola (Eximgro, 2021).

Los fertilizantes están ampliamente disponibles en el mercado y los agricultores pueden adquirirlos en tiendas especializadas en productos agropecuarios. Estos productos contienen nutrientes de fácil absorción y actúan rápidamente en beneficio de los cultivos. En muchos casos, el uso de fertilizantes químicos resulta más económico que el de los abonos orgánicos. Por ejemplo, un saco de 50 kilos de urea proporciona 23 kilos de nitrógeno, mientras que un saco de guano de isla solo aporta 5 kilos de nitrógeno (INIA, 2020).

8.6.3. Desventajas de los fertilizantes químicos.

El uso excesivo de fertilizantes químicos conlleva varios riesgos ambientales y de salud. Aumenta la acidez del suelo, lo que dificulta replantar y puede contaminar el agua subterránea, afectando la salud humana y la producción agrícola futura. Promueve un crecimiento excesivo en las plantas, lo que puede dañarlas y contribuir al cambio climático mediante la emisión de óxido nitroso, generando fenómenos como la lluvia ácida. El exceso de aplicación puede provocar quemaduras en las plantas y representar riesgos para la salud humana y animal, causando enfermedades cutáneas o pulmonares (ISAM, 2023).

El uso inadecuado de fertilizantes inorgánicos, especialmente su aplicación excesiva, lleva a una serie de consecuencias y desventajas significativas. Estas incluyen la degradación del suelo, la contaminación de las aguas subterráneas, quemaduras de sal en las plantas y un crecimiento excesivo de los cultivos (Intriago & Espinoza, 2022)

8.7. Cosecha

Cuando el cultivo es sembrado por estacas o acodos, los primeros frutos se cosechan entre 7 y 9 meses después de la siembra en el campo, y las plantas alcanza el máximo rendimiento de producción después de los 15 meses. Un cultivo bien manejado puede producir entre 18-20 toneladas por ha/año, de hecho, las etapas de desarrollo de la fruta varían en tiempo según la región y las condiciones climáticas (Franco & Giraldo, 2001).

Franco y Bernal (2020) describe los ciclos de desarrollo fenológico del fruto de mora (*Rubus glaucus Benth*) como se detalla en la tabla 5.

Tabla 5. Ciclos de desarrollo fenológico del fruto de mora

Estado fenológico		Días
De yema	A Botón floral	5 - 6 días
De inicio de floración	A Apertura de flor	22 – 24 días
De apertura de flor	A Polinización	2 – 5 días
De polinización	A Formación de fruto	6 – 8 días
De formación de fruto	A Cosecha	40 – 48 días
Total		75 – 91 días

Fuente: Franco & Bernal, (2020)

Las enfermedades que reducen la producción durante la temporada invernal.

Moho gris (*Botrytis cinérea*): Es una enfermedad que provoca importantes pérdidas económicas y se encuentra entre los principales problemas fitosanitarios es la pudrición del fruto, conocida como moho gris o pudrición blanda, causada por el hongo (*Botrytis cinérea*). Sus efectos influyen la disminución del rendimiento, necrosis y momificación de los frutos, daños en la inflorescencia y pudrición del fruto (Acosta y otros, 2020).

Mildeo veloso (*Peronospora sparsa Berk*): Es una enfermedad que afecta diversos órganos de la planta, incluyendo hojas, yemas, flores y frutos. Aunque es fácil de identificar, sus síntomas pueden variar según la parte de la planta afectada. Por ejemplo, en las hojas se observa manchas rojizas en ambos lados, mientras que en los frutos tiernos se pueden notar decoloraciones y deformaciones en algunas áreas, lo que da la sensación de una maduración incompleta (Defaz, 2023).

Antracnosis del fruto (*Collectotrichum gloeosporioides*): Los signos son más comunes en las áreas de los cultivos donde se han cortado o dañado las ramas o tallos, lo que permite la entrada del microorganismo. Esto conduce a la aparición de lesiones de color oscuro con bordes claramente definidos, que se propagan rápidamente por todo el tejido, resultando en la muerte progresiva de la rama o desde la base del tallo hacia arriba. Los frutos que crecen en ramas y péndulos afectados no alcanzan una maduración uniforme (Restrepo et al, 2011).

8.8. Antecedentes de la investigación

En la investigación sobre la fertilización de la mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) en, zonas de clima frío moderado del departamento de Caldas, situado a 2.100 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 17 °C y una precipitación anual de 2.500 mm, llevaron a cabo un experimento con 17 tratamientos que aplicaron distintas cantidades de fertilizantes químicos como urea, superfosfato triple y cloruro de potasio. Los resultados más destacados se obtuvieron al aplicar en el tratamiento T3 (120 - 40 - 120 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O), así como en el tratamiento T5 (120 - 0 - 120 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O). Estos tratamientos demostraron una respuesta positiva a elevadas dosis de nitrógeno y potasio, logrando obtener una producción de 3.74 y 3.76 kg/planta, equivalente a 12.48 y 12.53 toneladas por hectárea (Franco & Giraldo 2001).

Se llevaron a cabo evaluaciones de los requerimientos nutricionales del cultivo de mora con espinas en las etapas vegetativas, reproductivas y productivas a lo largo de 34 meses. El objetivo principal de este estudio fue estimar las necesidades de nutrientes, como Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) y Calcio (Ca), en la finca “La Península” ubicada en el municipio de Silvana, Colombia, a una altitud de 2,170 metros sobre el nivel del mar. El diseño experimental contempló tres niveles de dosis, con un total de 25 tratamientos, y se implementó un diseño de bloques completos al azar. Entre los diferentes tratamientos, se destacó el T21, que consistió en la aplicación de 452 Kg/ha de nitrógeno, 185 kg/ha de fósforo, en forma de óxido de fósforo (P_2O_5), 687 kg/ha de potasio en forma de óxido de potasio (K_2O) y 592 kg/ha de calcio en forma de óxido de calcio (CaO). Este tratamiento, aplicando bajo buenas prácticas agrícolas, demostró ser el más eficaz, logrando un rendimiento potencial de 28 toneladas por hectárea (Cardona & Bolaños, 2019).

En la investigación que lleva por título “Plan de fertirrigación en el cultivo de mora de castilla con espinas (*Rubus glaucus Benth*), cantón Ambato, provincia de Tungurahua,” ubicado a una a una altitud de 2898 msnm, con temperaturas fluctuantes entre 6,2 °C y 18,2 °C, y una precipitación media anual de 561,3 mm. En la investigación se empleó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, se aplicaron distintos niveles de fertilizantes químicos como urea, superfosfato triple y muriato de K. Los resultados más destacados se observaron en los tratamientos T2 y T3. En el caso del tratamiento T2, que aplicó (240 kg/ha de N, 40 kg/ha de P_2O_5 , 200 kg/ha de K_2O) junto con micronutrientes, se logró un mayor número de yemas vegetativas (1 yema vegetativa por rama), un mayor número de yemas productivas (20 yemas productivas por rama) y un mayor diámetro de fruto con promedio de 2.40 cm/fruto. Por lo tanto, en el tratamiento T3, aplicando (120 kg/ha de N, 20 kg/ha de P_2O_5 , 100 kg/ha de K_2O), logro obtener en una mayor cantidad de frutos, un peso promedio de 8 gr/fruto por planta y un rendimiento superior de 24 kg/planta. El autor concluye que la dosis óptima a lo largo del ensayo fue la del tratamiento dos, la cual se recomienda durante las fases fenológicas correspondientes del cultivo, donde se registraron menores problemas de plagas y enfermedades (Pérez, 2011).

En el ensayo titulado “Fertilización nitrogenada en la poda de producción en el cultivo de mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*)” evalúa la influencia de diferentes niveles de dosis de nitrato de amonio (200,300 y 400 kg/ha) con fin de incrementar la calidad y rendimiento de la fruta. Los

resultados obtenidos indican que la dosis de 300 kg/ha condujo a los mejores resultados, evidenciándose un aumento en el número de nuevos brotes vegetativos, nuevos brotes productivos, nuevas ramas primarias y secundarias, centros de producción, botones brotados, flores brotados y frutos cuajados (Guaman, 2023).

En el ensayo titulado “Evaluación de tres formas de fertilización en el cultivo de mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*)”. En esta investigación se empleó un diseño de bloques completos al azar (DCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Se aplicaron diferentes niveles de fertilizantes químicos: en el tratamiento T1 se aplicaron los fertilizantes por drench, incluyendo nitrato de amonio, nitrato de potasio, nitrato de calcio en una cantidad de 2 lts/planta. En el tratamiento T2, se aplicaron los fertilizantes de forma edáfica incluyendo, urea, DAP, Yaramila, nitrato de calcio y nitrato de potasio en cantidades de 110, 100,50, 111, 111 gramos/planta. En el tratamiento T3, se combinaron los métodos drench y edáfica con dosis específicas: nitrato de amonio 4 lts/planta + Yaramila 25 g/planta, nitrato de potasio 2 lts/planta + urea 50 g/planta, nitrato de calcio 4 lts/planta + Yaramila 25 g/planta y nitrato de potasio 2 lts/planta+ urea 50 gramos/planta + DAP 100 g/planta. En cuanto al peso del fruto, se obtuvo los siguientes resultados; en el tratamiento T3 (drench y edáfica) mostró el mayor peso de fruto, con 6,07 g, seguido por los tratamientos T2 (edáfica) y T1 (drench) con valores promedios de 5,08 gramos y 4,5 gramos, sin embargo, sin aplicar los fertilizantes obtuvo un peso promedio de frutos de 3,85 gramos (Pilco, 2023).

9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Ho: Ninguna de las dosis aplicadas de N y K, tiene efecto en la eficiencia cultivo de la mora (*Rubus glaucus Benth*) con la aplicación de nitrógeno y potasio

Ha: Al menos una de las dosis aplicadas N y K, tiene efecto en la eficiencia cultivo de mora (*Rubus glaucus Benth*) con la aplicación de nitrógeno y potasio.

10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

10.1. Localización y duración del ensayo

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo en el sector de Chiquinquirá de la Parroquia Chugchilán del Cantón Sigchos, Provincia de Cotopaxi. Su ubicación geográfica tiene las siguientes coordenadas latitud x; 9902427,41 Este, longitud y; 717584,18 Sur, con altura de 1650 msnm, la investigación tuvo una duración, los meses de octubre 2023 a febrero 2024.

10.2. Tipo de investigación

10.2.1. La investigación cuantitativa.

La presente investigación se clasifica como cualitativo, ya que se basa en fuentes primarias que se obtuvieron mediante la observación y el registro de datos relacionados con la respuesta de diversas características agronómicas de N y K.

10.2.2. La investigación experimental

Este proyecto es experimental, donde se evaluaron variables que den a conocer el efecto de los tratamientos y de las dosis aplicadas de abonos sintéticos en el cultivo de mora (*Rubus glaucus Benth*).

10.2.3. La investigación de campo

El estudio consistió en el establecimiento de un ensayo de campo, donde se evaluaron directamente los datos obtenidos como; número de brotes principales y secundarios, números de ramas productivas, números de ramas improductivas, número de flores, peso del fruto por planta (g), rendimiento de producción Kg/ha.

10.2.4. La investigación cuantitativa

El enfoque de este proyecto de investigación se caracterizó por ser cuantitativo. En este sentido, las variables evaluadas durante el ciclo de cultivo de mora fueron registradas como datos experimentales, los cuales fueron analizados y expresados en valores numéricos. Esta estrategia permitió presentar resultados concretos en el marco de la investigación documental.

10.2.5. Condiciones agrometeorológicas

En el sector de Chiquinquirá tiene una estructura de suelo franco arenosa irregular, caracterizado por precipitaciones muy intensas de diciembre a abril y las épocas de poca precipitación son los meses de julio a septiembre. La zona es subtropical con temperatura de 15° C., en la siguiente tabla se detalla las condiciones agrometeorológicas necesarias para el cultivo de mora (*Rubus glaucus Benth*).

Tabla 6. Condiciones óptimas agrometeorológicas para el cultivo de mora

Datos meteorológicos	Promedio Anual
Temperatura, máxima °C	15
Humedad Relativa %	75
Altitud m.s.n.m.	1800
Precipitación, cc/año	2948,9
Clima	sub-trópica
Zona ecológica	Bosque Húmedo tropical (BhT)
Topografía	Irregular

Fuente: (Chugchilan, 2011).

10.2.6. Materiales y equipos para la investigación

Los materiales y equipos que se utilizaron en la investigación se detallan en la tabla 7.

Tabla 7. Materiales y equipos

Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad
Materiales y suministros		Equipos	
Machete	1	GPS	1
Tijera de podar	1	Bomba de mochila	1
Balde	1	Balanza digital	1
Pala	1	Abonos	
Lima	1	Urea	1
Azadón	1	Cloruro de potasio	1
Pirola plástica A-9/300GR	4	DAP	1
Guantes de cosecha	1	Boro	1
Identificaciones	28	Micronutrientes	1

Zunchos	2	Fungicida e insecticida	
Canastas	5	Clorotalonil	72 %
Plantas de mora	400	Boscalid	50 %
Poste de madera	50	Captan	50 %
Análisis de suelo	1	Tiametoxam	+
		Lambdacihalotrina	141+106 g/l
Guantes de podar	1	Mancozeb + Oxido de cobre	500+190 g/kg

Elaborado por. (Chusin, 2024).

10.2.7. Características del material vegetal empleado en la investigación

La presente investigación se experimentó en la variedad de mora colombiana por poseer las siguientes características; son menos resistentes que la mora de Castilla, no poseen espinas, tienen mayor número de ramas productivas con alta producción de inflorescencias, son resistentes a las heladas, alcanza altos rendimientos (6 kg/planta), la concentración de azúcares es de 7,43° Brix y es susceptible al hongo oídium (Iza et al., 2020). Su calidad es muy buena por poseer frutos de un buen color y tamaño.

10.3. Fuentes minerales empleados en la investigación

10.3.1. Urea

En la industria, la urea se utiliza principalmente como fertilizante en la agricultura debido a su alto contenido de nitrógeno, es una fuente de nitrógeno de liberación lenta, lo que significa que proporciona nutrientes a las plantas durante un período prolongado de tiempo. Además, es soluble en agua, lo que la hace fácil de aplicar a los cultivos. Es un fertilizante sólido nitrogenado, su formulación está representando por una concentración de 46% de N con elevada cantidad de nitrógeno en su forma amídica. Este nitrógeno se convierte rápidamente en forma amoniacal y luego se transforma en forma nítrica una vez aplicado al suelo. Puede ser aplicado de forma edáfica o a través de fertirriego (COPEVAL, 2020).

Este producto es un tipo de fertilizante en granulada que suministra nitrógeno en forma ureica. El nitrógeno desempeña un papel fundamental en la síntesis de la clorofila, y en el proceso fotosintético, influyendo de manera directa en el crecimiento y desarrollo de la planta. Las

aplicaciones se realizan al voleo, pero se logra la máxima eficiencia al aplicar entre las líneas de siembra, en los costados o debajo de ellas (Fermagri, 2022).

10.3.2. Muriato de potasio

El potasio y el cloro se combinan para formar muriato de potasio, también llamado KCl, con una concentración del 60 % de potasio. Este compuesto químico se encuentra naturalmente en el mineral conocido como silvita. El cloruro de potasio es una sal de haluro metálico con una estructura cristalina. En su estado más puro, tiene un aspecto de cristal blanco y carece de olor. Sin embargo, la presencia de impurezas puede provocar tonalidades como amarillas, rosadas, rojas y azuladas (Pochteca, 2014).

Es un fertilizante granulado que contiene una alta concentración de potasio en forma de cloruro. Se recomienda su uso en áreas y momentos con niveles adecuados de precipitación o acceso a sistemas de riego para evitar excesos de cloro. El potasio tiene varios beneficios, como estimular la fotosíntesis, mejorar la absorción de nitrógeno, aumentar la eficiencia en el uso del agua, mejorar la calidad de los frutos y fortalecer la resistencia a las plagas (Fermagri, 2022).

10.3.3. El fosfato di-amónico

El fosfato di-amónico (DAP) es un tipo de fertilizante químico en forma de granulados que contiene fuentes de nitrógeno (18%) fósforo (46 %). Se utiliza mediante la aplicación edáfica y se caracteriza por ser un compuesto químico que combina dos nutrientes primarios en su formulación (Fertimx, 2024).

Se trata de un fertilizante fosfatado que, debido a la conversión del amonio a nitrato por parte de las bacterias del suelo, genera una acidificación que facilita la liberación y absorción del fósforo por parte de la planta. Además, el fosfato di-amónico (DAP) proporciona una fuente adecuada de fósforo (P) y nitrógeno (N), esenciales para el crecimiento de las plantas en sus etapas tempranas y de desarrollo (Fermagri, 2022). Además de su uso en la agricultura, también se emplea en la producción de vinos y cervezas para ayudar a la fermentación y en la fabricación de otros productos industriales, como la terminación de metales, puede servir como atrayente alimenticio en el trapeo de insectos como la mosca del olivo (EXIMGRO, 2020)

En el análisis nutricional del suelo, se observó una deficiencia de boro, evidenciando por espacios vacíos en las drupas. Para abordar esta situación, se aplicó boro (10%) directamente al suelo y un micronutriente se aplicó de maneja foliar, en cantidades uniformes en todos los tratamientos. Esta acción se llevó a cabo para complementar las necesidades nutricionales del cultivo.

10.4. Tratamientos de estudio

Los tratamientos empleados en la presente investigación fueron cinco, con diferentes dosis de nitrógeno y potasio con un testigo como se detalla en la tabla 8.

Tabla 8. Tratamientos

Tratamiento	Código	Descripción	Dosis
T1	NBKB	Dosis baja de nitrógeno + Dosis baja de potasio	$210^N + 165^{K2O}$ Kg/Ha
T2	NBKA	Dosis baja de nitrógeno + Dosis alta de potasio	$210^N + 275^{K2O}$ Kg/Ha
T3	NAKB	Dosis alta de nitrógeno + Dosis baja de potasio	$350^N + 165^{K2O}$ Kg/Ha
T4	NAKA	Dosis alta de nitrógeno + Dosis alta de potasio	$350^N + 265^{K2O}$ Kg/Ha
T5	TES	Testigo Absoluto	

Elaborado por. (Chusin, 2024).

10.5. Unidad experimental

En la tabla 9 se muestra el esquema experimental, que consistía en un total de 120 unidades experimentales. Cada una de estas unidades ocupaba un área de $147,20 \text{ m}^2$, y estaba compuesta por 20 plantas. La distancia entre hileras es de 3,30 m y una separación entre plantas es de 2,30 m, lo que generaba un total de 3 hileras por unidad experimental.

Tabla 9. Esquema del experimento

Tratamiento	Descripción	Repeticiones	U. E	Total
T1	Dosis baja de nitrógeno + Dosis baja de potasio	4	6	24
T2	Dosis baja de nitrógeno + Dosis alta de potasio	4	6	24
T3	Dosis alta de nitrógeno + Dosis baja de potasio	4	6	24
T4	Dosis alta de nitrógeno + Dosis alta de potasio	4	6	24
T5	Testigo Absoluto	4	6	24
Total				120

Elaborado por. (Chusin, 2024).

10.6. Diseño experimental

Se utilizó un “Diseño de Bloques al Azar” (DBA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. Para determinar las diferencias estadísticas de las medias se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad para la significancia estadística, para ello los cálculos estadísticos se realizó en el programa de Infostat. El esquema de análisis de varianza se define en la siguiente tabla 10.

Tabla 10. Esquema del análisis de varianza

Fuente de Variación		Grados de Libertad
Repeticiones	$(r-1)$	3
Tratamiento	$(t-1)$	4
Error experimental	$(t-1)(r-1)$	12
Total	$(t*r)-1$	19

Elaborado por: (Chusin, 2024)

La característica de las unidades experimentales se muestra en la siguiente tabla 11.

Tabla 11. Características de las unidades experimentales

Características	Cantidad
Área total de la investigación	3847,30 m ²
Numero de parcelas	20
Distancia entre bloques	3,20 m
Área total de la parcela	147.20 m ²
Ancho de la parcela	11,50 m
Largo de la parcela	12,80 m
Distancia entre hileras	3,20 m
Distancia entre plantas	2,30 m
Densidad poblacional por parcelas	20 plantas de mora
Densidad poblacional total	400 plantas de mora

Elaborado por: (Chusin, 2024)

10.7. Manejo del ensayo

10.7.1. Levantamiento topográfico

Para iniciar la investigación se realizó el levantamiento topográfico con la ayuda de un equipo electrónico (GPS), del área de investigación, para efectuar la distribución de los tratamientos y repeticiones.

10.7.2. Análisis de suelo

Para el análisis del suelo del área de investigación se tomó al azar 10 muestras a una profundidad de 20 cm, posteriormente se realizó una mezcla homogénea en una bolsa plástica para seleccionar 1 kg de suelo y se envió al laboratorio del INIAP ubicado en el km 5 vía Quevedo – El Empalme, Cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos – casilla 24, luego de recibir los resultados se realizó la interpretación de los minerales (ver el anexo 7).

10.7.3. Fertilización

La fertilización se realizó conforme a los requerimientos nutricionales de acuerdo al análisis de suelos con una densidad poblacional de 2222 plantas por hectárea. A partir de esta información, se ajustó la cantidad de fertilizante para satisfacer las necesidades de 400 plantas que se encuentra en toda el área de estudio. Una vez determinado, los cálculos nutricionales expresados en (kilogramos/ha/año) se convirtieron a gramos/planta, como se detalla en las tablas 15 y 16.

Después de dividir los fertilizantes en gramos por planta, se llevó a cabo una combinación de diversas dosis de urea, cloruro de potasio y fosfato di-amónico para cada tratamiento. Estas mezclas se aplicaron cada 15 días en el suelo para ajustarse a las demandas fisiológicas del cultivo. La urea, el cloruro de potasio y el fosfato di-amónico se aplicaron hasta el período de floración, mientras que el cloruro de potasio se extendió hasta la etapa de cosecha.

Tabla 12. Plan de fertilizantes aplicados en la investigación en dosis por hectárea

Fuentes	Dosis en base a las necesidades del cultivo (Kg/ha/año)				
	T1:	T2:	T3:	T4:	T5:
	210 ^N + 165 ^{K₂O} Kg/Ha	210 ^N + 275 ^{K₂O} Kg/Ha	350 ^N + 165 ^{K₂O} Kg/Ha	350 ^N + 265 ^{K₂O} Kg/Ha	Testigo
Urea	440	440	750	740	0
Muriato de K	230	380	230	380	0
DAP	50	50	50	50	0

Elaborado por: (Chusin, 2024)

Tabla 13. Fraccionamiento en dosis gramos por planta

Tratamientos	Gramos /planta			
	Urea	Muriato de potasio	DAP	Total
T1: Dosis baja de nitrógeno + Dosis baja de potasio	27	14	3	44
T2: Dosis baja de nitrógeno + Dosis alta de potasio	27	23	3	53
T3: Dosis alta de nitrógeno + Dosis baja de potasio	45	14	3	62
T4: Dosis alta de nitrógeno + Dosis alta de potasio	45	23	3	71
T5: testigo	0	0	0	0

Elaborado por: (Chusin, 2024)

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, el boro se aplicó en una cantidad de 0,12 gramos por planta, durante la etapa de fructificación, utilizando el método edáfico. Por otro lado, el micronutriente se aplicó al inicio de la floración, en una dosis de 100 gramos por cada 200 litros de agua, con el fin de incrementar la disponibilidad de nutrientes para la planta.

10.7.4. Poda

Finalizando el ciclo de producción de la mora colombiana se realizó la poda de fructificación con una tijera podadora, eliminando todas las ramas que ya habían producido, ramas rotas, ramas enfermas y ramas que se encuentren cerca al suelo en posiciones idóneas, a continuación, todo el material de la poda y de las malezas eliminados se dejó en la media hilera. El objetivo de esta poda es estimular nuevos brotes de las ramas primarias y secundarias.

10.7.5. Control de malezas

Las malas hierbas no solo dificultan el crecimiento y desarrollo del cultivo, sino también compiten por el espacio, la luz y los nutrientes, por ello los controles de malezas se realizó forma manual cada 20 días, con la finalidad de reducir los hospederos de las plagas y enfermedades.

10.7.6. Control fitosanitario

El control fitosanitario se llevó a cabo según los síntomas observados en el cultivo. Se utilizó una bomba de mochila con capacidad de 20 litros y un depósito de 200 litros para mezclar los fungicidas y pesticidas, según lo indicado en la tabla 14, y se aplicó esta mezcla de manera foliar.

Se emplearon distintas medidas para controlar las enfermedades, para combatir el moho gris (*Botrytis cinérea*) en los frutos se aplicó clorotalonil y boscalid, para controlar el mildew velloso (*Peronospora sparsa Berk*) se realizó una mezcla de mancozeb, óxido de cobre y clorotalonil. Para prevenir la antracnosis del fruto (*Collectotrichum gloesporioides*) se aplicó una combinación de captan, tiametoxam y lambdacihalotrina en todos los tratamientos en estudio.

Tabla 14. Control fitosanitario en la investigación

Presentación química	Ingrediente activo	Dosis	Aplicación
Fungicida sistemático	Clorotalonil	2,5 cc/1 litro de agua	3 veces
Insecticida sistemático	Tiametoxam Lambdacihalotrina	+ 0,75 cc/1 litro de agua	3 veces
Fungicida de contacto	de Captan	2,10 g/1 litro de agua	2 veces
Fungicida de contacto	de Mancozeb + Oxido de cobre	2,10 g/1 litro de agua	2 veces
Fungicida sistemático	Boscalid	0,7 g/1 litro de agua	3 veces

Elaborado por: (Chusin, 2024).

10.8. Variables evaluadas

En esta investigación, se evaluó seis plantas en cada tratamiento, considerando las siguientes variables:

10.8.1. Número de brotes principales y secundarios.

Se evaluó la cantidad de los números de brotes principales y secundarios en 6 plantas ubicadas en el centro de cada unidad experimental a los 15 y 43 días después de la fertilización.

10.8.2. Números de ramas productivas e improductivas.

Se contabilizó a los 30 y 57 días las ramas productivas e improductivas con una poda de producción, ya que la planta alcanza su máximo desarrollo en estos días, este proceso consta en erradicar las ramas improductivas y las ramas improductivas se lo realiza un corte a una altura de 1,50 m lo cual favorece un aumento de la floración y el nivel de productividad. Se evaluó las 6 plantas por unidad experimental.

10.8.3. Número de flores

A los 45 días se procedió a contabilizar los números de flores en 6 plantas seleccionados que conformaron la unidad experimental.

10.8.4. Peso del fruto (g)

Para esta variable, se tomó de manera aleatoria 15 frutos de cada unidad experimental, los cuales se registraron a los 85 días, con fin de calcular su promedio. Se determinó su peso utilizando una balanza de precisión.

10.8.5. Diámetro del fruto (cm)

Se utilizó un calibrador Vernier para tomar la medida del diámetro ecuatorial de los 15 frutos tomados aleatoriamente de cada unidad experimental, con el fin de calcular su promedio.

10.8.6. Longitud del fruto (cm)

Se empleó un calibrador Vernier para registrar la longitud de los 15 frutos tomados aleatoriamente de cada unidad experimental, desde la parte apical hasta la parte basal, con el propósito de calcular su promedio.

10.8.7. Rendimiento de producción (Kg/ha)

Para determinar el rendimiento, se obtuvo el promedio del peso total de los frutos recolectados de 147.20 m² de cada unidad experimental, expresándolos en valores de Kg/ha mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Kg/ha} = \frac{\text{Rendimiento por parcela util (kg)} \times 10000 \text{ m}^2}{\text{Área de la parcela util m}^2}$$

10.8.8. Análisis de costos e ingresos de los tratamientos en estudio.

El análisis económico se llevó a cabo considerando el rendimiento en kg/ha, determinando los ingresos proyectados por la venta en relación con el precio de venta y el costo de cada tratamiento bajo estudio. Este proceso se describe a continuación:

A. Costos totales por tratamiento

Para calcular los costos totales, se tuvieron en cuenta los gastos relacionados con las actividades necesarias para la producción de mora, tanto los costos fijos como los variables, los cuales se identificaron y sumaron para cada tratamiento por separado.

$$CT=X+PX$$

Donde:

CT = Costo total

X = Costos variables

PX =Costo fijos

B. Ingreso bruto por tratamiento

Estos rubros se derivan en el desarrollo de la investigación, empleando la siguiente fórmula.

$$IB = Y \times PY$$

Donde:

IB = Ingreso bruto

Y= Producción

PY= Precio del producto

C. Beneficio neto (BN)

Se calculó utilizando la resta entre los ingresos brutos y los costos totales, utilizando la siguiente fórmula.

$$BN = IB - CT$$

Donde:

BN = Beneficio neto

IB = Ingreso bruto

CT = Costo total

D. Relación costo/beneficio (B/C)

El índice de rentabilidad neto fue obtenido al dividir el valor actualizado de los beneficios netos o ingresos netos totales entre el valor actualizado de los costos de inversión o costos totales, empleando la fórmula siguiente:

$$B/C = \frac{BN}{CT}$$

Donde:

B/C = El costo – El análisis de costos y beneficios o el índice de rentabilidad neto.

BN = Beneficios netos

CT = Costos total

E. Rentabilidad

Se calculó dividiendo los beneficios de la inversión entre el capital invertido; para representar en forma de porcentaje, se multiplica el resultado por 100

$$ROI = \frac{BN}{CT} \times 100$$

Donde:

ROI = Retorno de la inversión o rentabilidad

BN = Beneficios netos

CT = Costos totales

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Análisis del suelo al inicio y final de la investigación

Se realizó un análisis de suelo tanto al inicio como al final de la investigación para conocer el estado del macro y micro elementos, antes y después de la aplicación de los tratamientos. Al inicio se reportó un contenido de 4,9 % de materia orgánica, un pH 6,3 ligeramente ácido, bajo en nitrógeno, medio en potasio, alto en fósforo y bajo en boro. Para Cerisola, (2015) el suelo es un sistema dinámico de complejas interrelaciones recíprocas entre sus componentes físicos, químicos y biológicos. En el análisis final de suelo se pudo comprobar como la materia orgánica aumento para todos los tratamientos con porcentajes T1 5,6% – T2 5,5% – T3 5,3% –T4 6,1% y Testigo 5,4%; mientras que el pH para los tratamientos T1, T2 y T3 su rango fue de: ácido y para T4 y el Testigo a medianamente ácido; el nitrógeno paso a alto en los tratamientos T2, T3 y T4; mientras que el fósforo mantuvo sus niveles altos; por otra parte, el potasio subió en para los cuatro tratamientos 1,22-1,75-1,15 y 1,38 meq/100 T1, T2, T3 y T4 respectivamente. Así mismo, Cerisola, (2015) manifiesta que el objetivo de la fertilización sería corregir el desequilibrio que se produce en el suelo, la relación al contenido en los elementos minerales que son asimilables de forma directa por el cultivar.

La presencia de nitrógeno en el suelo puede tener un impacto significativo en su pH, y esto varía dependiendo de su forma química y el manejo que recibe. Por lo general, cuando el nitrógeno está en forma de amonio (NH_4^+), su conversión en nitrato (NO_3^-) a través de la nitrificación puede acidificar el suelo debido a la producción de protones (H^+) como subproducto. Esto conlleva a una reducción en el pH del suelo. La acidificación del suelo debido a la nitrificación del amonio puede influir en la actividad microbiana y la descomposición de la materia orgánica del suelo. A diferencia del nitrógeno y del fósforo, el potasio no causa problemas ambientales al abandonar el sistema del suelo (Sanzano, 2017).

Antes de aplicar fertilizantes, se observaron niveles bajos de nitrógeno en el suelo. Sin embargo, después de la fertilización en el Tratamiento 5, se registró un aumento en los niveles de nitrógeno. Esta variación puede atribuirse a las características del relieve del suelo, así como a diversos factores ambientales.

Tabla 15. Análisis físico químico de suelo

Valores	M.O (%)	p H	ppm		meq/100	pmm	TEXTURA (%)		
			NH 4	P	K	B	Arena	Limo	Arcilla
Inicial	4,9 M	6,3 LAc	10 B	77 A	0,40 M	0,47 B	62	34	4
Final-T1	5,6 A	5,2 Ac	18 B	64 A	1,22 A	0,27 B	56	38	6
Final-T2	5,5 A	5,2 Ac	57 A	65 A	1,75 A	0,58 M	60	34	6
Final-T3	5,3 A	5,1 Ac	67 A	53 A	1,15 A	0,53 M	56	38	6
Final-T4	6,1 A	5,8 Me Ac	161 A	95 A	1,38 A	0,47 B	58	36	6
Testigo	5,4 A	5,9 Me Ac	22 M	73 A	0,35 M	0,25 B	62	32	6
Clase textural			Franco-Arenosa						

Fuente: (Chusin, 2024).

11.2. Número de brotes principales

En la tabla 19 se muestra el efecto simple de las dosis de fertilizantes sobre el número de brotes principales, donde se puede observar que el tratamiento T2 - 210 N + 275 K₂O Kg/ha obtuvo el mejor promedio a los 15 y 43 días 4 y 7 nudos. Para Ayala et al., (2016) el uso de nitrógeno y potasio en las plantas de mora tiene un efecto positivo en el crecimiento y desarrollo de los nudos, una nutrición adecuada produce nudos más fuertes y saludables, lo que conduce a una mayor producción de frutos de calidad.

Se observó mediante el análisis estadístico que la variable número de brotes a los 15 y 43 días, el tratamiento T2 fue estadísticamente superior sobre los demás tratamientos 4 y 7 brotes (tabla 16). De acuerdo con Pilco, (2023) al aplicar drench y edáfica (T3) obtuvo un promedio en brotes de 10.98, considerando que la aplicación de N ayuda a incrementar el desarrollo fisiológico de las plantas.

Tabla 16. Número de brotes principales con la aplicación de N y K en el cultivo de mora

Tratamientos	Numero de brotes principales	
	15 días	43 días
T2: Dosis baja de nitrógeno + Dosis alta de potasio	4 a	7 a
T4: Dosis alta de nitrógeno + Dosis alta de potasio	2,75 b	6 ab
T3: Dosis alta de nitrógeno + Dosis baja de potasio	2,5 b	5 bc
T1: Dosis baja de nitrógeno + Dosis baja de potasio	2,5 b	4 c
T5: Testigo Absoluto	1,5 c	2,75 d
C.V.%	11,93	12,52

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: (Chusin, 2024).

11.3. Número de brotes secundarios

En la tabla 20 se muestra como el efecto simple de las dosis de fertilizantes han causado el aumento de brotes secundarios, siendo el T2 con un promedio de 83,25 brotes el mejor tratamiento a los 15 días, mientras, que a los 43 días resulto ser el T3 que mejor resultados presentó 118,5 brotes. Por su parte, Figueroa, (2017) encontró que las plantas de mora con una aplicación de nitrógeno y potasio produjeron un 20% más de brotes secundarios que las plantas sin aplicación de fertilizantes.

La tabla 17 nos señala que hubo diferencia estadística entre los tratamientos, a los 15 días T2 obtuvo el mejor promedio en brotes secundarios mientras que a los 43 días es el T3 que se destaca en esta variable con 118,50. Para Guaman, (2023) el mejor tratamiento que presento mejores promedios para esta variable fue el T2 (300 Kg/ha de nitrato de amonio) con 24,67 brotes, siendo estadísticamente inferior a los obtenidos en este trabajo.

Tabla 17. Número de brotes secundarios con la aplicación de N y K en el cultivo de mora

Tratamientos	Número de brotes secundarios	
	15 días	43 días
T2: Dosis baja de nitrógeno + Dosis alta de potasio	83,25 a	105,25 ab
T3: Dosis alta de nitrógeno + Dosis baja de potasio	63 ab	118,5 a
T4: Dosis alta de nitrógeno + Dosis alta de potasio	62,75 ab	91,25 b
T1: Dosis baja de nitrógeno + Dosis baja de potasio	50 b	64 c
T5: Testigo Absoluto	42 b	59,75 c
C.V.%	16,39	9,36

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: (Chusin, 2024).

11.4. Números de ramas productivas

En la tabla 23 se puede observar el efecto simple de ramas productivas, el tratamiento que sobresalió fue el T2 tanto en a primera aplicación como en la segunda, con un promedio de 13 ramas a los 30 días y 22 ramas a los 57 días. Por su parte Guaman, (2023) manifiesta que la aplicación de nitrógeno incrementa el área foliar, que una adecuada disponibilidad de este elemento, además de tener agua disponible para el cultivo, más una buena poda aumenta y estimula el crecimiento de ramas productivas en las plantas.

En relación con el análisis estadístico realizado (Tabla 18), se pudo determinar que el tratamiento que mejores resultados presentó fue el T2 con promedios de 13 ramas productivas (30 días) y 22 ramas productivas (57 días) que corresponde a la fertilización 210 N+275 P Kg/ha. Estos resultados son superiores a los presentados por Guaman, (2023) reportando medias de 5,67 ramas que corresponde al T2 aplicado (300 Kg/ha de nitrato de amonio).

Tabla 18. Número de ramas productivas con la aplicación de N y K en el cultivo de mora

Tratamientos	Número de ramas productivas	
	30 días	57 días
T2: Dosis baja de nitrógeno + Dosis alta de potasio	13 a	22 a
T1: Dosis alta de nitrógeno + Dosis baja de potasio	10 b	13 d
T3: Dosis alta de nitrógeno + Dosis alta de potasio	8,25 bc	15 c
T4: Dosis baja de nitrógeno + Dosis baja de potasio	7,5 c	17,75 b
T5: Testigo Absoluto	4,5 d	8 e
C.V.%	11,07	3,51

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: (Chusin, 2024).

11.5. Ramas improductivas.

En la tabla 19 se puede observar que hubo un mayor número de ramas improductivas en él mientras que el testigo el promedio fue menor. Para Artunduaga, (2010) manifiesta que la concentración de macronutrientes en la planta de Nitrógeno y Potasio va a influir en el nacimiento de ramas improductivas, mientras estos nutrientes se encuentren en rango normal estas no se formaran.

Realizado el análisis estadístico se observó una diferencia estadística con respecto a la variable número de ramas improductivas en tratamiento T1 a los 30 días presentó una media de 25 mientras que a los 57 días el T3 reportó 12 ramas, por otra parte, el testigo reporto los promedios más bajos con 5 y 4,74 en número de ramas improductivas. Por otra parte, López & Gómez, (2008) manifiestan que para evitar la formación de ramas improductivas se debe contar con buenas prácticas agrícolas, un sistema de podas adecuadas para eliminarlas.

Tabla 19. Número de ramas improductivas con la aplicación de N y K en el cultivo de mora

Tratamientos	Número ramas improductivas	
	30 días	57 días
T1: Dosis baja de nitrógeno + Dosis baja de potasio	25 a	9,75 ab
T3: Dosis alta de nitrógeno + Dosis baja de potasio	14 b	12,00 a
T2: Dosis baja de nitrógeno + Dosis alta de potasio	11 c	7 b
T4: Dosis alta de nitrógeno + Dosis alta de potasio	10 c	7 b
T5: Testigo Absoluto	5 d	4,75 c
C.V.%	7,02	16,91

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: (Chusin, 2024)

11.6. Número de flores

En la tabla 20 se observa el efecto simple de los tratamientos sobre el número de flores, siendo el T2 superior a los demás, demostrando que un adecuado plan de fertilización brindará excelentes resultados a la hora de brotar los botones florales.

De acuerdo con el análisis estadístico para la variable número de flores, existe diferencia estadística entre tratamientos. siendo el T2 que obtuvo el mejor promedio con un total de 941,25 a los 47 días. Mientras que Morillo, (2011) reporta valores inferiores a los presentados en este trabajo 4,63 estas medias pueden estar dadas a las dosis de bioles utilizadas 1.25 cc/L y 3.75 cc/L.

Tabla 20. Número de flores con la aplicación de N y K en el cultivo de mora

Tratamientos	Número de flores
	45 días
T2: Dosis baja de nitrógeno + Dosis alta de potasio	941,25 a
T4: Dosis alta de nitrógeno + Dosis alta de potasio	824,5 ab
T3: Dosis alta de nitrógeno + Dosis baja de potasio	756 bc
T1: Dosis baja de nitrógeno + Dosis baja de potasio	658 c
T5: Testigo Absoluto	431 d
C.V.%	9,97

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: (Chusin, 2024).

11.7. Peso del fruto (g)

Respecto al peso del fruto, se puede observar que el T4 (350N+275K₂O Kg/ha) y T2 (210N+275K₂O) promovieron el mayor número de frutos con promedios de 6,15 y 5,93 respectivamente. Según Artunduaga, (2010) para que los frutos de mora tengan buen peso, el elemento más necesario para el cultivo es el nitrógeno. Por otra parte, Pérez, (2011) indica que el INIAP recomienda para un ciclo (6 meses) dosis de N 360 Kg/ciclo.

En la tabla 21 se puede apreciar que el tratamiento 4 fue el que mejor resultados presentó con un peso promedio por fruto de 6,15 g seguido por el T2 con medias de 5,93 g. Estos resultados difieren a los reportados por Tillaguano, (2023) que obtuvo un promedio de 5,78 g en fruto, aplicando dosis comercial+50% más 1,5 t de Ecoabonaza por hectárea. Por otra parte, Pilco, (2023) reportó valores similares a los promediados en esta investigación con la aplicación de drench y edáfica (T3) tuvo el mejor peso de frutos 6,07 g.

Tabla 21. Peso de frutos (g) con la aplicación de N y K en el cultivo de mora

Tratamientos	Peso del fruto (g)
	85 días
T4: Dosis alta de nitrógeno + Dosis alta de potasio	6,15 a
T2: Dosis baja de nitrógeno + Dosis alta de potasio	5,93 a
T3: Dosis alta de nitrógeno + Dosis baja de potasio	4,80 b
T1: Dosis baja de nitrógeno + Dosis baja de potasio	4,58 b
T5: Testigo Absoluto	3,65 c
C.V.%	4,94

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: (Chusin, 2024).

11.8. Diámetro del fruto (cm)

Al analizar el efecto simple de los tratamientos sobre el diámetro del fruto, se puede observar que el T4 y T2 obtuvieron un promedio mayor en comparación a los demás tratamientos con promedios de 2,03 y 1,85 cm respectivamente. Tillaguano, (2023) reportó valores similares a los obtenidos en este trabajo 2,28 cm para diámetro de fruto.

El diámetro de fruto mostró diferencias significativas para el T4 con un promedio de 2,03 cm (Tabla 22) a diferencia del testigo absoluto que presentó la media más bajo 1,13 cm. Estos valores

son similares a los presentados por Figueroa, (2017) quien obtuvo con el tratamiento 9 un promedio de 2,05 cm.

Tabla 22. Diámetro de frutos (cm) con la aplicación de N y K en el cultivo de mora

Tratamientos	Diámetro del fruto (cm)
	85 días
T4: Dosis alta de nitrógeno + Dosis alta de potasio	2,03 a
T2: Dosis baja de nitrógeno + Dosis alta de potasio	1,85 b
T3: Dosis alta de nitrógeno + Dosis baja de potasio	1,55 c
T1: Dosis baja de nitrógeno + Dosis baja de potasio	1,50 c
T5: Testigo Absoluto	1,13 d
C.V.%	3,45

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: (Chusin, 2024).

11.9. Longitud del fruto (cm)

Con respecto a la longitud del fruto se puede observar en la tabla 23 el efecto simple de las dosis de los tratamientos para esta variable, el T4 y T2 fueron los que presentaron los mejores promedios 2,48 y 2,38 cm. Para Sánchez et al., (2018) manifiesta que la variedad de la mora y el tipo de suelo, además de un plan de fertilización adecuado influirán la longitud del fruto.

La tabla 24 muestra los resultados obtenidos según el análisis estadístico realizado los tratamientos que mejores promedios presentaron fueron el T4 – 2,48 cm y T2 – 2,38 cm para esta variable. Por su parte, Sánchez et al., (2018) reporto valores similares en la caracterización fenológica de la mora en tres pisos altitudinales diferentes 2,57 – 2,54 y 2.68 respectivamente.

Tabla 23. Longitud de fruto (cm) con la aplicación de N y K en el cultivo de mora

Tratamientos	Longitud del fruto (cm)
	85 días
T4: Dosis alta de nitrógeno + Dosis alta de potasio	2,48 a
T2: Dosis baja de nitrógeno + Dosis alta de potasio	2,38 a
T3: Dosis alta de nitrógeno + Dosis baja de potasio	1,85 b
T1: Dosis baja de nitrógeno + Dosis baja de potasio	1,85 b
T5: Testigo Absoluto	1,38 c
C.V.%	3,47

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: (Chusin, 2024).

11.10. Rendimiento de producción kg/ha

En el rendimiento de la producción se puede observar en la figura 9 que el tratamiento T2 fue el que mayor utilidad obtuvo frente a los demás tratamientos, con un promedio de 11039,53 Kg/ha. Según Yamid, (2019) manifiesta que el rendimiento del cultivo de mora depende de las condiciones climáticas, a menor temperatura los frutos serán más pequeños.

Al realizar el análisis estadístico se pudo comprobar que hubo diferencia significativa entre tratamientos siendo el T2 el que reporto los valores más altos 11039,53 Kg/ha (11,04 t). Según Angelfire, (2024) el rendimiento de la mora varía de 6 a 16 toneladas por hectárea, por otra parte, se han reportado rendimientos de hasta 30 Ton/ha en cultivos altamente tecnificados, si se establecen 2500 pl/ha. Por otra parte (Pérez, 2011) reporto rendimientos de 23,93 Kg/planta. El MAGAP, (2024) informa que la provincia de Cotopaxi se produce anualmente un total de 10,15 t/ha de mora.

Tabla 24. Rendimiento de producción con la aplicación de N y K en el cultivo de mora

Tratamientos	Rendimiento kg/ha
T2: Dosis baja de nitrógeno + Dosis alta de potasio	11039,53
T4: Dosis alta de nitrógeno + Dosis alta de potasio	9713,04
T3: Dosis alta de nitrógeno + Dosis baja de potasio	8177
T1: Dosis baja de nitrógeno + Dosis baja de potasio	5447,26
T5: Testigo Absoluto	1449,94
C.V.%	10,45

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: (Chusin, 2024).

11.11. Análisis económico.

Para evaluar el análisis económico, considero la inversión económica en materiales, equipo y mano de obra por un año, así como los costos de fertilizantes por kilogramo por hectárea al año. De la misma forma, se calculó la inversión de los costos de fungicidas por ha/año en todos los tratamientos en estudio.

De hecho, en la tabla 25 se presenta el análisis económico por cada tratamiento, considerando los precios de 1 kilogramo de mora en el mercado de Quito. Se observa que el tratamiento T2 (con

una dosis de 210 kg de N y 275 kg de K₂O por hectárea) registra la producción más alta, alcanzando, 11039,53 kg por hectárea, lo que resulta en ingresos totales más altos de USD 17,663.25. Este mismo tratamiento muestra una rentabilidad del 110.28%. No obstante, se destaca la importancia de llevar a cabo la fertilización, basándose en el análisis nutricional del suelo y los requerimientos nutricionales de la planta, ya que en otros tratamientos se observan pérdidas económicas.

Tabla 25. Análisis de costos e ingresos de los tratamientos

COSTOS	T1: Bajo en nitrógeno y bajo en potasio	T2: Bajo en nitrógeno y alto en potasio	T3: Alto en nitrógeno y bajo en potasio	T4: Alto en nitrógeno y alto en potasio	T5: Testigo
Materiales de campo					
Machete	7	7	7	7	7
tijera de podar	12	12	12	12	12
guantes de cuero	5	5	5	5	5
guantes de cosechar	2	2	2	2	2
Equipos					
bomba de mochila	100	100	100	100	100
Balanza digital	7	7	7	7	7
Fertilizantes					
Urea	246.40	246.40	414.40	414.40	
Cloruro de potasio	178,25	294,50	178,25	294,50	
DAP	43	43	43	43	
Fertiboro	36	36	36	36	
Micronutrientes	7	7	7	7	7
Fungicida	840	840	840	840	840
Mano de obra	6,800	6,800	6,800	6,800	6,800
Costo total ingreso	8,283.65	8,399.90	8,451.65	8,567.90	7,780.00
Producción (Kg)	5,447.26	11,039.53	8,177	9,713.04	1,449.94
Precio kg/USD	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Total, ingreso/USD	8,715.62	17,663.25	13,083.20	15,540.86	2,319.90
Beneficio neto	431,97	9,263.348	4,631.55	6,972.96	-5,460.10
Costo/beneficio	0,05	1,10	0,55	0,81	-0,70
Rentabilidad (%)	5,21	110,28	54,80	81,38	-70,18

Fuente: (Chusin, 2024).

12. IMPACTO

Impacto técnico.

El impacto técnico del uso de fertilizante nitrogenado y potasio en el cultivo de mora puede incluir un aumento en la concentración de potasio foliar y la importancia de un uso eficiente de los fertilizantes para la producción agraria

Impacto Social.

El impacto social incluye el fomento de la seguridad alimentaria, el apoyo a la economía local, la promoción de prácticas sostenibles en la agricultura y la igualdad de género.

Impacto económico.

Se ve reflejado en el aumento de la productividad y calidad de los cultivos, lo que se traduce en beneficios económicos para los agricultores, así como en la gestión eficiente de los costos de producción.

Impacto ambiental

El empleo inadecuado de las fertilizaciones químicas en el cultivo de mora puede tener impactos ambientales negativos, incluyendo la pérdida de fertilidad del suelo, la emisión de gases de efecto invernadero y la susceptibilidad de las plantas a enfermedades

13. PRESUPUESTO

Para llevar a cabo este estudio, se consideraron todos los gastos relacionados con el proyecto, que incluyen equipos, materiales de campo y de oficina, insumos agrícolas, análisis de suelo antes y después de la fertilización, y el costo de la mano de obra, como se especifica en la tabla 26.

Tabla 26. Presupuesto de la investigación

MATERIALES	PRESUPUESTO DEL PROYECTO			
	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO USD	VALOR TOTAL USD
EQUIPOS				
Computadora	1	Unidad	70	70
GPS	1	Unidad	30	30
Flexómetro	1	Unidad	8	8
Calibrador	1	Unidad	11,49	11,49
Balanza digital	1	Unidad	7	7
Materiales y suministros				
Machete	1	Unidad	6	6
Tijera de podar	1	Unidad	11	11
Lima	1	Unidad	3	3
Azadón	1	Unidad	7	7
Guantes de podar	1	Unidad	5	5
Guantes de cosecha	1	Unidad	5	5
Agenda de campo	1	Unidad	3	3
Bolígrafo	3	Unidad	0,50	1,50
Identificaciones	28	Carteles	0,24	6,72
Insumos Agrícolas				
Urea	1	Sacos	28	37
Cloruro de potasio	1	Sacos	38,75	25
DAP	1	Sacos	43	35
Fertiboro	1	Sacos	36	36
Micronutrientes	1	Sacos	7	7
Fungicida	5	Unidad	12	52
Gastos varios				
Análisis de suelo	6	Análisis suelo	30	180
Otro recursos				
Mano de obra	20	Jornales	15	300
Subtotal				886,71
3%				26,60
Total				\$ 913,31

Fuente: (Chusin, 2024)

14. CONCLUSIONES

Se determinó que el tratamiento T2 (210N + 275 K₂O kg/ha) presento con las mejores variables agronómicas, con un mayor número de brotes principales y secundarios, ramas productivas y flores. Por otro lado, el tratamiento T4 (350 N + 275 K₂O Kg/ha) produjo frutos con mayor peso, diámetro y longitud. Los tratamientos T1 (210N + 165 K₂O Kg/ha) y T3 (350N + 165 K₂O Kg/ha) mostraron un aumento en el número de ramas improductivas y un desempeño general inferior.

Aunque el tratamiento T4 (350 N + 275 K₂O kg/ha) produjo frutos más grandes y con mayor peso, su rendimiento fue inferior al del tratamiento T2 (210 N + 275 K₂O kg/ha). A pesar de que el tratamiento T2 no mostró diferencias significativas en el tamaño y peso del fruto en comparación con el tratamiento T4, se puede deducir que no es imprescindible utilizar cantidades elevadas de fertilizante para lograr altos rendimientos.

Se obtuvo el mejor rendimiento de producción mora aplicando dosis baja de nitrógeno (210 Kg N/ha) y dosis alta de potasio (275 Kg K₂O/ha), un total de 11,039.53 kg, equivalente a 11,4 toneladas, mientras que resto de tratamientos no se presenciaron buenos rendimientos.

Al evaluar el costo económico, el mejor tratamiento fue el T2 (210N + 275 K₂O kg/ha), reflejando una rentabilidad de 110,28%. Por otro lado, los demás tratamientos mostraron una rentabilidad inferior. Por lo tanto, es crucial planificar un programa de fertilización adecuado para evitar grandes pérdidas económicas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se acoge la hipótesis alternativa (H_a).

15. RECOMENDACIONES

- Antes de aplicar urea y muriato de potasio, es fundamental realizar un análisis del suelo para determinar el contenido de nitrógeno y potasio según las necesidades del cultivo.
- Ajuste las prácticas de fertilización según sea necesario para optimizar el rendimiento de los cultivos y minimizar el desperdicio de nutrientes
- Se recomienda aplicar dosis baja de nitrógeno y dosis alta de potasio, ya que esto ha demostrado un mejor rendimiento de producción en el cultivo de mora.

- Se recomienda aplicar los fertilizantes nitrogenados de acuerdo a las necesidades nutricionales del cultivo y del suelo para no contaminar el medio ambiente.
- La aplicación excesiva de K_2O no es necesaria para alcanzar altos rendimientos; el factor principal en el desarrollo de los órganos de la planta es el N, mientras que el K_2O actúa como un complemento, especialmente durante las etapas de fructificación. Además, contribuye a mejorar la absorción y transporte de nitrógeno en las plantas.
- Es recomendable evitar la aplicación de los fertilizantes durante los días lluviosos, especialmente en áreas con relieve, ya que existe el riesgo de que los nutrientes sean lavados del suelo.

16. BIBLIOGRAFÍA

- Angelfire. (2024). *El cultivo de mora. Mora de castilla*.
<https://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/mora.htm>
- Arévalo, G., & Catellano, M. (2009). *Manual de Ferlizantes y Enmiendas*. Honduras.
https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_6_Manual_Fertilizantes_y_Enmiendas..pdf
- Artunduaga, B. (2010). *Efecto de la fertilización en dos ecotipos de mora (Rubus sp) y su relación con el rendimientos en andisoles*. Palmira, Colombia.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/7291/7006001.2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Basantes, A. (2015). *Diagóstico de la producción y comercialización del cultivo de mora (Rubus glaucus) de castilla en el Cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi año 2014*. La Maná, Ecuador: Tesis de grado. Universidad Técnica de Cotopaxi.
<https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3550/1/T-UTC-00827.pdf>
- Bioma. (2023). *Todo lo que necesites saber sobre la fertilización de las plantas*.
<https://biomaplants.com/es/blog/2023-03-29/228-todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-la-fertilizacion-de-las-plantas>
- Bonilla, A. (2023). *Evaluación de diferentes protocolos para el establecimiento in vitro de mora (Rubus glaucus Benth) a partir de segmentos nodales*. Riobamba, Ecuador : Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19307/1/13T01091.pdf>
- Cardona, W., & Bolaños, M. (2019). *Manual de nutrición del cultivo de mora de castilla (Rubus glaucus benth.) bajo un esquema de buena practicas en fertilización integrada*. Mosquera, Colombia: AGROSAVIA.
<https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/download/27/18/522-1?inline=1>
- Castro, J., & Cerda, M. (2005). *Mora (Rubus spp) Cultivo y Manejo Poscosecha*. San Jose, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganaderia, Universidad de Costa Rica.
<https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8862.pdf>

- Cerisola, C. (2015). *Fertilidad química*.
https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/75204/mod_resource/content/1/UDD%20D8.1%20Fertilidad%20Qu%C3%ADmica%20.pdf
- Chemical, C. (01 de 01 de 2022). *Confianza que crece*. <https://crystalchemical.com.ec/mora/>
- Chugchilan, N. (2011). *Niveles de acido naftalen acetico (ANA) y acido indol butirico(AIB) en la propagacion vegetativa de mora (Rubus glaucus Benth)*. Quevedo, Ecuador: Tesis de grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/368a19e2-dddf-47da-b25d-87361e9d1183/content>
- COPEVAL. (2020). *Fertilizante urea granulado 25 kg*. <https://www.copeval.cl/fertilizante-urea-granulada-25-kg-85833.html>
- Delgado, F. (2012). *Manejo orgánico del cultivo de mora (Rubus sp.)*. Cuenca, Ecuador: Tesis de grado. Universidad de Cuenca.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3074/1/mag129.pdf>
- Espín, M. (2012). *Validación de los componentes tecnológicos limpio y orgánico, con y sin trichoderma para el manejo del cultivo de mora de castilla (Rubus glaucus benth)*. Cevallos, Tungurahua, Ecuador: Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2370/1/13T0761%20%20.pdf>
- Espinosa, A., & Castaño, E. (2016). *Determinación del valor nutricional y nutraceutico de fruto maduros del material sin espina de Rubus glaucus Benth (Mora de castilla) cultivados en el Municipio de Mistrató Risaralda*. Pereira, Colombia: Tesis de grado. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://core.ac.uk/download/pdf/71399722.pdf>
- Eximgro. (Febrero de 2021). *Fertilizantes quimicos: Sus usos y beneficios*.
<https://eximgro.com/fertilizantes-quimicos-usos-beneficios/>
- Feicán, C., Huaraca, H., Martínez, A., & Viteri, P. (2019). *Guia para facilitar el apredizaje en el manejo integrado del cultivo de mora (Rubus glaucus benth)*. Cuenca, Ecuador: Instituto Nacional de investigaciones Agropecuarias.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5476>
- Fermagri. (2022). <http://www.fermagri.com/muriato-de-potasio-rojo.html>
- Fermagri. (2022). <http://www.fermagri.com/dap.html>

- Fermagri. (2022). *Urea Granular*. <http://www.fermagri.com/urea-granular.html>
- Fertimx. (2024). *DAP (Fosfato diamonico) 18-46-00*. <https://fertimx.com/tienda/fertilizantes-granulados/dap/>
- Figueroa , M. (2017). *Aplicación foliar de calcio en el cultivo de mora (Rubus glaucus Benth) y su influencia en la calidad y productividad del fruto, en el cantón Tulcán, Carchi-Ecuador*. <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/570/1/323%20Aplicaci%3%b3n%20foliar%20de%20calcio%20en%20el%20cultivo%20de%20mora.pdf>
- Franco, G., & Giraldo, M. (2001). *El cultivo de la mora* . <http://hdl.handle.net/20.500.12324/12795>
- Franco, G., Gallego, J., Tamayo, A., Heredia, L., & Medina, G. (2000). *Fertilización de la mora de castilla (Rubus glaucus Benth), en zonas Fn del departamento de Caldas*. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/21202/40976_26575.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Guaman, A. (2023). *Fertilización nitrogenado en poda de producción en el cultivo de mora de castilla (Rubus glaucus Benth)*. Cevallos, Ecuador: Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38346/1/044%20Agronom%3%ada%20-%20Guam%3%a1n%20Masaquiza%20Alexandra%20Isabel.pdf>
- Herrera, G. (2023). *Técnicas de aplicación de fertilizantes*. Terramía: <https://terramia.com.co/tecnicas-de-aplicacion-de-fertilizantes/>
- Iglesias, I. (2018). *Metodo de siembra en arroz (Oryza sativa L), con niveles de fertilización a base de fósforo, magnesio y boro en Babahoyo"*. Babahoyo, Ecuador: Tesis de grado. Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5150/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000133.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- InfoAgro. (2010). *El cultivo de mora*. https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_mora.asp#:~:text=Requieren%20de%20suelos%20con%20un,planta%20resistente%20a%20la%20sequ%C3%ADa.
- Intagri. (2016). *Sinergismo y antagonismo entre nutrientes*. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/sinergismos-y-antagonismos-entre-nutrientes>

- ISAM. (Julio de 2023). *Ventajas y desventajas de los fertilizantes químicos*.
<https://isam.education/ventajas-y-desventajas-de-los-fertilizantes-quimicos/>
- Iza, M., Pablo, V., Hinojosa, M., Martínez, A., Sotomayor, A., & Guillermo, V. (2020).
 Diferenciación morfológica, fenológica y pomológica de cultivares comerciales de mora
 (*Rubus glaucus benth.*). *ENFOQUE UTE*.
https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html_v11n2/art005.html
- León, J. (2000). *Botánica de los cultivos tropicales*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano
 de Cooperación para la agricultura. <http://repositorio.iica.int/handle/11324/7228>
- López, J., & Gómez, R. (2008). *Tecnología para la producción de frutales de clima frío moderado*.
 Rionegro, Colombia: Manual técnico. La Corporación Colombiana de Investigación
 Agropecuaria, (CORPOICA), Estación Experimental la Suiza.
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13480/43710_55401.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- MAGAP. (9 de enero de 2024). *Boletín situacional- Cultivo de Mora*. Obtenido de
https://fliphtml5.com/ijia/fkmz/Bolet%C3%ADn_Situacional_Mora_2022/
- Mena, A. (2012). *La producción de mora de las familias de las comunidades del PDA UNOCANT
 - Visión Mundial Ecuador en el periodo 2.006 - 2010*. Tesis de grado. Universidad
 Politécnica Salesiana.
- Mena, A. (2012). *La producción de mora de las familias de las comunidades del PDA UNOCANT
 - Visión Mundial Ecuador en el periodo 2.006 - 2.010*. Tesis de grado. Universidad
 Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4954/1/UPS-QT03458.pdf>
- Mena, V. (2011). *Producción del cultivo de mora y su incidencia en el incremento de los ingresos
 de las familias de pequeños productores del Cantón Pallatanga en el período 2009 - 2010*.
 Riobamba, Ecuador: Tesis de grado. Universidad Tecnológica Equinoccial.
https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/12312/1/45898_1.pdf
- Morillo, D. (2011). *Respuesta del cultivo de mora *Rubus glaucus* a la aplicación de dos tipos de
 bioles de frutas en dos dosis*. Tumbaco, Pichincha. Sangolquí.
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4856/1/T-ESPE-IASA%20I-004574.pdf>

- Pauta, A. (2023). *Evaluación del desarrollo vegetativo de Rubus glaucus Benth (mora de Castilla) determinando por dos sistemas de cultivo*. Cuenca: Tesis de grado. Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/42602/1/Trabajo-de-Titulaci%c3%b3n.pdf>
- Pérez, V. (2011). *Plan de fertirrigación en el cultivo de mora de castilla con espinas (Rubus glaucus Benth), cantón Ambato, provincia de Tungurahua*. Cevallos, Ecuador: Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/881>
- Pilco, S. (2023). *Evaluacion de tres formas de fertilizacion en el cultivo de castilla (Rubus glaucus Benth)*. Cevallos, Ecuador: Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38351/1/Tesis-369%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-%20Pilco%20Valdez%20Silvia%20Marina.pdf>
- Pinta, A. (2023). *Comparación de los parámetros físico- químico y sensoriales de la mora de castilla con mora de brazo, para su uso agroindustrial*. Riobamba, Ecuador : Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19095/1/27T00637.pdf>
- Pochteca. (2014). *El cloruro de potasio (KCL)*. <https://mexico.pochteca.net/2014/10/16/>
- Pomares, F. (2008). *La fertilización y la fertirrigación, programa de nutrición, influencia sobre la programación*. https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/7182/2008_Pomares_La%20Fertilizaci%c3%b3n.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Restrepo, J., Sánchez, R., Gallego, J., Beltrán, T., Soto, C., Nieto, F., & Leiva, L. (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de la mora (Rubus glaucus benth), medidas para la temporada invernal*. Bogota, Colombia. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/2279>.
- Reyes, J. (2001). *La mora su cultivo integral en el Valle de Sibundoy*. http://137.117.40.77:8080/simple-search?query=&filter_field_1=dateIssued&filter_type_1>equals&filter_value_1=2001&sort_by=score&order=desc&rpp=10&etal=0&start=60
- Ruiz, L., & Sepúl, O. (2016). *Analisis Nutricional y Nutraceutico de frutos de Rubus Glaucus Benth (Mora de Castilla) Material sin espinas Cultivado en Apia Risaralda*. Pereira: Tesis

- de grado. Universidad Tecnológica de Pereira.
<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/2bfdd9e8-0afb-4007-8329-7bf876047afa/content>
- Salcedo, D. (2019). *Evaluación de características botánicas morfológicas y físico-químicas, y el contenido de polifenoles y vitaminas C de cuadro cultivares de mora (Rubus glaucus) para determinar su estabilidad durante el periodo de cosecha*. Quito: Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador.
<https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0245676e-b806-48f7-ac05-1905128d9511/content>
- Sánchez, J., Villares, M., Ruiz, Z., & Ruilova, M. (2018). Efecto del piso altitudinal sobre la calidad de la mora (*Rubus glaucus* Benth) en la región interandina del Ecuador. *SciELO*, 36(2). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292018000200209
- Tillaguano, C. (2023). *Evaluación de tres dosis de fertirriego y tres dosis de gallinaza en el rendimiento del cultivo establecido de mora (Rubus glaucus Benth) Tunshi-Cer*. Riobamba, Ecuador : Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19600/1/13T01116.pdf>
- Valverde, F., Gonzáles, A., & Viteri, P. M. (2016). *Nutrición del cultivo de la mora de castilla*. INIAP. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4065>
- Villablanca, A., & Villavicencio, A. (2010). *Los fertilizantes en la agricultura*. <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/4355>
- Yamid, T. (2019). *Caracterización agronómica, fenológica y rendimiento del cultivo de mora uva (Rubus robustus C. Presl.) en el municipio de Granada (Cundinamarca)*. Cundinamarca.
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28313/11256435.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zumba, J. (2022). *Manejo agro-técnico del cultivo de mora de castilla (Rubus glaucus), en la sierra ecuatoriana*. Babahoyo, Ecuador: Tesis de grado. Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11297/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000350.pdf?sequence=1&isAllowed=y>