



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA



TRABAJO DE TITULACIÓN

“Evaluación de niveles de fertilización y métodos de aplicación en el cultivo de mora colombiana (*Rubus glaucus* B.) variedad con espinas”.

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

CHRISTIAN JAVIER EUGENIO TOAPANTA

TUTOR:

ING. AGR. DAVID ANÍBAL GUERRERO CANDO Mg.

CEVALLOS - ECUADOR

2023

“Evaluación de niveles de fertilización y métodos de aplicación en el cultivo de mora colombiana (*Rubus glaucus* B.) variedad con espinas”.

REVISADO POR:

.....

Ing. Agr. David Aníbal Guerrero Cando Mg.

TUTOR

Aprobado por los miembros de calificación:

FECHA

.....

16/03/2023

Ing. PhD. Patricio Núñez Torres.

PRESIDENTE DE TRIBUNAL

.....

16/03/2023

Ing. Mg. Jorge Artieda.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

16/03/2023

Ing. Mg. Segundo Curay, PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo CHRISTIAN JAVIER EUGENIO TOAPANTA portador de la cédula de identidad número:1804740890, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “Evaluación de niveles de fertilización y métodos de aplicación en el cultivo de mora colombiana (*Rubus glaucus* B.) variedad con espinas”. es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultada.



.....
CHRISTIAN JAVIER EUGENIO TOAPANTA

DERECHO DEL AUTOR

“Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “Evaluación de niveles de fertilización y métodos de aplicación en el cultivo de mora colombiana (*Rubus glaucus* B.) variedad con espinas”. como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él”.



.....
CHRISTIAN JAVIER EUGENIO TOAPANTA

DEDICATORIA

A mis padres José Eugenio y Rosa Toapanta por sus consejos brindados, así también por que han sabido formarme con buenos hábitos y valores lo que me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles, por todo su apoyo durante esta etapa de formación profesional.

A mis hermanos Saúl y Gabriela por estar siempre cuando más los necesite apoyándome en cualquier momento.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la salud, a mis padres, hermanos, amigos y a toda mi familia en general que en traspuro de la etapa universitaria siempre me ayudaron de una u otra manera.

A la Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias con sus docentes que compartieron sus conocimientos y experiencias necesarios para terminar la carrera en especial al Ing. David Guerrero por su apoyo en la realización de este proyecto.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO II	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes Investigativos	4
2.2. Categorías Fundamentales.....	5
2.2.1. Mora (<i>Rubus glaucus</i> B).....	5
2.2.2. Clasificación Taxonómica	6
2.2.3. Descripción Botánica.....	6
2.2.4. Requisitos edafoclimáticos	6
2.2.5. Nutrientes.....	7
2.3. HIPÓTESIS	8
2.4. OBJETIVOS.....	8
2.4.1. Objetivo general.....	8
2.4.2. Objetivos Específicos	8
CAPÍTULO III.....	9
METODOLOGÍA	9
3.1. Ubicación del experimento.....	9
3.2. Características del lugar	9
3.2.1. Clima.....	9
3.2.2. Suelo	9
3.3. Equipos y materiales	9
3.3.1. Materiales.....	9
3.3.2. Fertilizantes edáficos	10
3.3.3. Equipos	10

3.4. Factores de estudio	10
3.4.1. Métodos de Aplicación	10
3.5. Tratamientos	11
3.6. Diseño experimental.....	11
3.7. Características del ensayo	11
3.8. Esquema de disposición del ensayo en campo	12
3.9. Manejo del experimento	12
3.9.1. Limpieza del lote.....	12
3.9.2. Toma de muestra de suelo para su análisis	12
3.9.3. Poda	13
3.9.4. Ubicación de los tratamientos.....	13
3.9.5. Riego.....	13
3.9.6. Cálculo de fertilizantes	13
3.9.7. Aplicación de fertilizantes	14
3.9.8. Manejo del cultivo	14
3.9.9. Registro de datos.....	15
3.10. Variable respuesta	15
3.10.1. Número de Inflorescencias	15
3.10.2. Número de Fruts	15
3.10.3. Peso del fruto	15
3.10.4. Grados Brix.....	15
CAPITULO IV.....	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1. Número de inflorescencias	16
4.2. Número de frutos	17
4.3. Peso del fruto.....	18
4.3.1. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos el peso de 10 frutos	18

4.3.2. Rendimiento de frutos de mora	19
4.3.3. Prueba de Tukey al 1% para niveles de fertilización en el peso de 10 frutos	19
4.4. Grados Brix	20
CAPÍTULO V	22
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	22
5.1. CONCLUSIONES.....	22
5.2. RECOMENDACIONES	23
ANEXOS	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía Mora (<i>Rubus glaucus</i> Benth).	6
Tabla 2 Factores en estudio de fertilización en cultivo de mora.	10
Tabla 3 Tratamientos de fertilización edáfica en cultivo de mora.	11
Tabla 4 Distribución de los tratamientos.	12
Tabla 5 Análisis de varianza para la variable número de inflorescencias.	16
Tabla 6 Análisis de varianza para la variable número de frutos cuajados.	17
Tabla 7 Análisis de varianza para la variable peso de 10 frutos en gramos (g).	18
Tabla 8 Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable peso de 10 frutos.	19
Tabla 9 Rendimiento de frutos.	19
Tabla 10 Prueba de Tukey al 1% para nivel de fertilización en la variable peso de 10 frutos.	21
Tabla 11 Análisis de varianza para la variable grados brix de 5 frutos de la última cosecha.	21

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Anexo 1 Análisis de suelo	30
Anexo 2 Cálculo de fertilizantes.....	31
Anexo 3 Colocación de etiquetas de identificación en el ensayo.....	33
Anexo 4 Aplicación de los tratamientos.....	33
Anexo 5 Toma de datos en campo de las variables.....	33
Anexo 6 Número de inflorescencias.....	34
Anexo 7 Número de frutos.....	34
Anexo 8 Peso de 10 frutos (g).....	35
Anexo 9 Grados Brix.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rendimiento kg/mes por tratamientos.....	20
---	----

RESUMEN

La mora (*Rubus glaucus* Benth) es un cultivo que actualmente tiene importancia económica en la región de los Andes ecuatorianos, siendo Tungurahua la provincia con mayor superficie de plantación. Su producción se limita por factores bióticos y abióticos, siendo la nutrición un aspecto importante a estudiar. Actualmente los productores realizan una fertilización empírica que ocasiona bajos rendimientos del cultivo, frutos de baja calidad, altos costos de producción, disminución de la calidad del suelo y susceptibilidad a plagas y enfermedades. La presente investigación se realizó en un cultivo de mora colombiana (*R. glaucus* Benth) variedad con espinas establecido por cinco años. El objetivo fue evaluar niveles de fertilización y métodos de aplicación edáfica en el cultivo con la finalidad de aumentar su producción. Los factores de estudio fueron dos métodos de aplicación: al voleo (MA1) y golpe (MA2) con tres niveles de fertilización: N2 (N 28 - P₂O₅ 30 - K₂O 45 - MgO 27,7 - CaO 43,7 kg/ha), N1 que corresponde -25% y N3 + 25% de la cantidad de fertilizante calculada. Se utilizó urea, superfosfato triple, cloruro de potasio, sulfato de magnesio, nitrato de calcio como fuentes de nutrientes. Los fertilizantes se aplicaron al día 0 el 50%, día 30 el 25% y día 60 el 25% respectivamente. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar (DCA), se realizó un análisis de varianza (ADEVA) y prueba de Tukey al 5%. Se determinó diferencias significativas para el tratamiento (MA2N2) en la variable peso de diez frutos. Respecto a los niveles de fertilización con la prueba de Tukey al 1 % se determinó que estadísticamente (N3 y N2) son iguales, por lo que no se justifica aplicar mayor cantidad de fertilizante del que la planta requiere, basado en parámetros técnicos de disponibilidad de nutrientes en el suelo y requerimiento nutricional del cultivo. En las variables número de inflorescencias, cuajado de frutos y grados brix no hubo diferencias significativas.

Palabras clave: mora, niveles, fertilización, nutrientes.

ABSTRACT

The blackberry (*Rubus glaucus* Benth) is a crop that currently has economic importance in the Ecuadorian Andes region, with Tungurahua being the province with the largest plantation area. Its production is limited by biotic and abiotic factors, nutrition being an important aspect to study. Currently, producers carry out empirical fertilization that causes low crop yields, low quality fruits, high production costs, decreased soil quality and susceptibility to pests and diseases. The present investigation was carried out in a culture of blackberry (*R. glaucus* Benth) Colombian variety with thorns established for five years. The objective was to evaluate fertilization levels and edaphic application methods in the crop in order to increase its production. The study factors were two application methods: broadcast (MA1) and hit (MA2) with three levels of fertilization: N2 (N 28 - P₂O₅ 30 - K₂O 45 - MgO 27.7 - CaO 43.7 kg/ha), N1 corresponding to -25% and N3 + 25% of the amount of fertilizer calculated. Urea, triple superphosphate, potassium chloride, magnesium sulfate, calcium nitrate were used as nutrient sources. Fertilizers were applied on day 0 50%, day 30 25% and day 60 25% respectively. The experimental design used was completely randomized (DCA), an analysis of variance (ADEVA) and Tukey's test at 5% were performed. Significant differences were determined for the treatment (MA2N2) in the variable weight of ten fruits. Regarding the fertilization levels with the Tukey test at 1 %, it was determined that statistically (N3 and N2) are the same, so it is not justified to apply a greater amount of fertilizer than the plant requires based on technical parameters of nutrient availability. in the soil and nutritional requirement of the crop. There were no significant differences in the variables number of inflorescences, fruit set and brix degrees.

Keywords: blackberry, levels, fertilization, nutrients.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La mora (*Rubus glaucus* Benth) es un cultivo que se adapta al clima de la cordillera de los Andes del Ecuador en las provincias que se dedican a este cultivo, es una planta que pertenece a las rosáceas. Se caracteriza por ser de tipo arbustiva y perenne, posee un tallo rastrero, también pueden ser semi erguidos, el fruto es un agregado de drupas, cada uno posee semilla en la parte interna, en la planta las fases fenológicas de floración y fructificación son permanentes y se adapta a alturas que van de 1200 a 3500msnm, con temperaturas de 16°C a 18°C, humedad del ambiente de 70 a 80% y precipitación de 1200 a 1700 mm anuales (Sánchez et al., 2018).

En Ecuador el cultivo de mora se da principalmente en la región Andina, es un frutal que tradicionalmente se cultiva por los ecuatorianos, de gran importancia económica en los diferentes sectores que se dedican a este cultivo, permitiendo a los productores de la sierra contribuir en la generación de pequeñas fuentes de empleo, por sus labores agrícolas además requiere de mano de obra para tener una producción aceptable que genere recursos económicos y un mejor nivel de vida. En el país existe una gran demanda del producto, aproximadamente 5000 Hectáreas representa el cultivo de mora, de los cuales alrededor de 15000 productores pequeños y medianos que participan de manera directa, se encuentran en la sierra (INIAP, 2016).

La principal variedad de mora que se produce en el país es la de castilla con 95%, por que el fruto presenta ventajas en relación con las otras variedades y tiene aceptación tanto en el mercado nacional, e internacional (Ruiz y Ureña, 2009). Una de las provincias productoras de mora es Tungurahua, aporta el 33% de la producción nacional, además esta provincia tiene un rendimiento de 8 t/ha que es el más alto en relación con las otras provincias productoras (INIAP, 2016).

En el país la mayor superficie plantada se encuentra en Tungurahua con un 70 %, posee unidades productivas que van desde 200 a 2000 plantas, se considera que en la

mora de Castilla una producción óptima debería ser 5 kg planta por ciclo, pero los productores de mora obtienen rendimientos inferiores 3 kg por planta, y una mala calidad del fruto, esto debido a varias dificultades como un inadecuado manejo del cultivo, problemas en el control de plagas y enfermedades también la falta de plantas que presenten características con una producción superior, resistencia a plagas y enfermedades, buena calidad de la fruta. Por otro lado, la falta de asesoramiento en el manejo del cultivo no permite que exista programas de fitomejoramiento (Martínez, 2007).

En el cantón Tisaleo, aproximadamente entre el 30 y 40% de productores de la zona se dedican al cultivo de mora de diferentes variedades, aproximadamente unas 800 familias se dedican a este cultivo, por esta razón la presencia del INIAP ha sido valiosa porque ha brindado tecnología para el manejo de los cultivos, tomando importancia económica para este cantón (INIAP, 2013).

Según Oleas (2008), manifiesta que la frecuencia de la fertilización que se realiza depende del manejo que se haga al cultivo; sin embargo, los intervalos no deben ser muy largos, ya que esta planta se caracteriza por presentar al mismo tiempo todas las etapas de desarrollo, crecimiento, floración y producción. Por otro lado, los productores de mora del país realizan procesos de fertilización de manera empírica, sin tener en cuenta los requerimientos nutricionales del cultivo, su estado fenológico, ni aportes de nutrientes del suelo (Escobar, 2015).

La aplicación de fertilizantes edáficos a las plantas de mora es recomendable cada 4 meses, se lo realiza de 3 formas: al voleo consiste en la colocación del fertilizante a manera de aspergeo alrededor de las plantas, por cobertura o también conocida como corona, requiere primeramente de la eliminación de las malezas luego se realiza una corona a profundidad de 5 a 10 cm, a 20 cm alrededor de la planta y se coloca el fertilizante después se procederá a cubrir con la misma tierra que se retiró anteriormente, por golpe se la realiza formando pequeños hoyos alrededor de las plantas los mismos que serán de 10 a 20 cm de profundidad y luego se coloca el fertilizante (Artunduaga, 2010). En el cultivo de mora ya establecido la aplicación de fertilizantes edáficos se lo debe hacer cuando el suelo presente humedad previo y luego de la cosecha principal y secundaria obteniendo 4 aplicaciones de fertilizantes cada año (Artunduaga, 2010).

Los fertilizantes químicos son sales inorgánicas obtenidas por procesos industriales físicos, químicos o por extracción, dentro de este grupo se encuentran los fertilizantes simples y compuestos con base en nitrógeno, fósforo y potasio, fertilizantes con base en elementos secundarios y fertilizantes con base en micronutrientes, para cultivos de mora se recomienda utilizar fertilizantes simples y hacer las respectivas mezclas en cada etapa productiva (Icontec, 2012).

Para realizar una fertilización se debe tomar en cuenta un análisis de suelo que permita mantener un nivel óptimo de la fertilidad del suelo, pese a esta ventaja en otros países que se dedican a este cultivo como Colombia se ha venido realizando una fertilización de manera empírica, por el desconocimiento de las necesidades del cultivo de mora, por lo que a manera general se conoce que el nitrógeno, fósforo y potasio ayudan a la planta en su desarrollo vegetativo y en el rendimiento de fruta, también el cobre participan en el proceso de la fotosíntesis (Bernal y Franco, 2008).

Los requerimientos nutricionales y la fenología del cultivo determinan las cantidades de diferentes fuentes fertilizantes que se deben aplicar principalmente las químicas, donde se debe contar con la información sobre fuentes disponibles, así como de la eficiencia del fertilizante, la cual dependerá de su presentación y formulación, generalmente los cultivos de mora se establecen sin el conocimiento necesario por parte de los agricultores (Artunduaga, 2010; Cardona, 2017).

Mediante esta investigación se desea conocer el efecto de la fertilización edáfica al voleo y por golpe en diferentes niveles, en la producción de frutos en mora colombiana variedad con espinas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Investigativos

Cardona (2017) menciona en su investigación realizada en Colombia que es de vital importancia conocer el requerimiento del cultivo de mora porque necesita de N, P, K y Ca, porque las plantas según sus etapas fenológicas necesitan cantidades diferentes de los nutrientes, en el ensayo realizado se determinó que las plantas tuvieron una alta demanda de K y P en su mayoría en los tallos con relación a las hojas en su fase final de desarrollo vegetativo, la demanda más alta de nutrientes se determinó en fases de cuajado del fruto y crecimiento de yema reproductiva, una vez formado el fruto las raíces y los tallos tuvieron demanda de N, P, y K y la aplicación de (237 - 135,3 - 261,6 - 241,3) kg/ha de N, P₂O₅, K₂O y CaO fue el que mejores resultados obtuvo con un alto rendimiento, los frutos presentaron mayor firmeza, peso, diámetro ecuatorial así también el beneficio económico.

MADR y Corpoica (2009) indican que mediante ensayos realizados para poner en práctica un plan de fertilización en el cultivo de mora, se debe tomar en cuenta un análisis de suelo y su interpretación, así también tomar en cuenta los requerimientos nutricionales que mediante estudios realizados anteriormente acerca de la fertilización en este tipo de cultivo muchos recomiendan realizar las aplicaciones fraccionadas de 3 a 4 en un año, generalmente el cultivo tiene una alta demanda de nutrientes, para ello se recomienda la fertilización de 120 a 250 kg de urea, 120 a 200 kg de cloruro de potasio, 40 kg de superfosfato triple, también se puede utilizar Agrimis 60 a 80 gramos en cada planta en dos aplicaciones por año, así también es recomendable utilizar fertilizantes compuestos como 10-30-10, 15-15-15 de igual manera basándose en los resultados de un análisis de suelo. La materia orgánica que se encuentra en compost, gallinaza y otros es importante en el cultivo, su aplicación se realiza antes de la siembra de 1 a 2 kg, en plantas adultas la aplicación será cada año (MADR y Corpoica 2009).

INIAP (2013) menciona que la recomendación adecuada de fertilización para mora es (N 330, P₂O₅ 60, K₂O 300, Mg 24, Ca 45) kg/ha si no se tiene un análisis de suelo, para mantenimiento del cultivo es recomendable N, P₂O₅, K₂O según la recomendación mencionada anteriormente una aplicación después de cada cosecha (100 y 30) % de P y de N respectivamente, luego que ha realizado la poda 40 % de K y N, finalmente para el desarrollo de los frutos (40 y 30) % de N y K dos aplicaciones. Pero si se realiza por fertirrigación lo más apto será el riego por 5 días seguidos y descanso de 2 a 3 días según lo mencionado anteriormente.

Cardona y Bolaños (2019) argumentan que mediante investigaciones realizadas concluyeron que en etapa vegetativa del cultivo de mora es recomendable la aplicación de (83, 88, 36 y 54) kg/ha de N, P₂O₅, K₂O y CaO en el trasplante, también en el mes 1-3-4 y 5, por otro lado en la etapa reproductiva (24,17,11 y 8) de N, P₂O₅, K₂O, y CaO en dos aplicaciones aplazando un mes, la aplicación al 50 % en yema productiva y el resto en la fase de cuajado del fruto, también en los años 1 y 2 lo que requiere el cultivo es (344, 80, 640, y 350) kg/ha de N, P₂O₅, K₂O y CaO repartidos cada 2 meses.

2.2. Categorías Fundamentales

2.2.1. Mora (*Rubus glaucus* B)

El cultivo de mora se encuentra en gran parte del mundo, en América los países que se dedican a este cultivo son Estados Unidos, Guatemala, México, Colombia y Ecuador entre los más importantes (Dotor et al., 2016). La mora (*R. glaucus* B) conocida como mora de castilla es la que más se cultiva en Colombia por que no es muy exigente en el manejo del cultivo, además su óptimo desarrollo es una gran ventaja, también en otros países se han desarrollado otras variedades como es la mora uva o mora vino con y sin espinas en Costa Rica, de igual manera existe un tipo de mora híbrida conocida como Brazos que es mejor en relación a la mora uva (Ministerio de agricultura y ganadería de Costa Rica, 2014).

2.2.2. Clasificación Taxonómica

La especie vegetal denominada mora pertenece a la siguiente clasificación taxonómica (Tabla 1).

Tabla 1

Taxonomía Mora (Rubus glaucus Benth).

Reino	Plantae
División	Angiospermae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Género	Rubus
Especie	R. glaucus

(Casaca, 2007)

2.2.3. Descripción Botánica

La planta de mora es de tipo arbustiva que puede alcanzar hasta 2 metros de altura, y 3 metros de largo, del tronco se dividen ramas que pueden ser de (5-10 o más) que son los tallos.

Raíz: La raíz principal es de tipo pivotante, y las secundarias no superan los 10-20 cm de profundidad

Tallo: Son de forma cilíndrica erectos, largos, ligeros de color verde, marrón con espinas curvadas, en ocasiones el tallo presenta una especie de polvo blanco azulado.

Hojas: La hoja está compuesta por 3 folíolos lanceolados, la parte inferior de las hojas posee un color blanquecino con vellosidades.

Flores: Tienen de 18 a 22 mm de diámetro, con sépalos deltados, pétalos blancos ovalados.

Semilla: Color café claro son pequeñas de diferentes ovarios de una flor.

Fruto: Diámetro de 5 a 7 mm, son de un color rojo oscuro o púrpura cuando ya están maduros, con un aroma único y un sabor agrídulce.

2.2.4. Requisitos edafoclimáticos

Altitud: Tiene una adaptación a diferente altitud que va desde 1500-3200 msnm, pero un óptimo desarrollo alcanza a 2500-3100 msnm.

Temperatura: De climas moderados fríos con temperatura de 12-18°C.

Precipitación: al año de 500-1000 mm de forma distribuida.

Humedad Relativa: 80-90%.

Suelos: Se adaptan mejor a suelos francos que poseen alta cantidad de materia orgánica, fósforo, potasio, el suelo en la parte interna y externa debe poseer un buen drenaje, porque las plantas son susceptibles a encharcamientos, las plantas se adaptan a suelos con un pH de 5,5 a 7,5 siendo el óptimo de 7, el riego para que la plantas tengan un desarrollo óptimo se lo realiza generalmente por inundación, algunos productores lo realizan por goteo, el riego es recomendable hacerlo todo el año en todo tipo de suelo según el cultivo de mora lo requiera (Carrillo et al., 2015).

2.2.5. Nutrientes

Los nutrientes disponibles en el suelo se relacionan directamente con un alto rendimiento de frutos en el cultivo de mora, por eso es importante que la fertilización sea eficiente considerando la importancia de cada nutriente, nitrógeno ayuda en el desarrollo de las plantas y en el crecimiento de las hojas al mismo tiempo que proporciona el color verde intenso, fósforo de vital importancia en la floración y desarrollo de raíces, potasio es importante en épocas de sequía ya que brinda resistencia a temperaturas altas porque regula el agua en las plantas y brinda resistencia a enfermedades, calcio es la parte más importante de las paredes celulares de la planta, magnesio es un componente importante de la clorofila y de la fotosíntesis (Rodríguez y Villegas 2015).

2.2.6. Fuentes de fertilizantes

Urea: El más utilizado como fuente fundamental de nitrógeno, tiene mayor contenido de N, se puede añadir al suelo solo o mezclado con otros fertilizantes (Trenkel, 2010; Cantarella et al., 2018).

Superfosfato Triple: Se obtiene mediante procesos de la roca fosfórica, es un fertilizante con alta solubilidad en el agua, es excelente para fertilizaciones de mantenimiento.

Cloruro de Potasio: Se obtiene de sales potásicas que mediante diversos procesos se obtiene el fertilizante, usado en muchos cultivos que requieran potasio también para la preparación de mezclas (Guzmán, 2018).

Sulfato de Magnesio: Fertilizante altamente puro, adecuado para todo tipo de cultivos

por su granulometría, su uso es recomendable luego del crecimiento vegetativo, así también en la etapa de producción (Fertisa, 2020).

Nitrato de Calcio: Ideal para corregir deficiencias de Ca, de amplio uso en diversos cultivos y fuente de N asimilable (Morla et al., 2016).

2.3. HIPÓTESIS

La aplicación de fertilizantes edáficos con la utilización de dos métodos en distintos niveles influye en el rendimiento de frutos en el cultivo de mora colombiana variedad con espinas.

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. Objetivo general

- Evaluar los niveles de fertilización y métodos de aplicación en el cultivo de mora colombiana (*Rubus glaucus* Benth) variedad con espinas.

2.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar dos métodos de aplicación de fertilizante en el cultivo de mora colombiana (*Rubus glaucus* B) variedad con espinas.
- Aplicar tres niveles de fertilización en el cultivo de mora colombiana (*Rubus glaucus* B) variedad con espinas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Ubicación del experimento

El ensayo se realizó a campo abierto en una parcela establecida de mora colombiana variedad con espinas en la parroquia la Matriz, caserío Chilco la Esperanza del cantón Tisaleo.

3.2. Características del lugar

El cultivo se encuentra ubicado a una altitud de 3319 msnm. en las coordenadas 1°20'51" S y 78°40'41" W.

3.2.1. Clima

Frío y temperatura promedio anual de 10 a 15 °C.

3.2.2. Suelo

El cantón posee un suelo muy fértil, el mismo que permite obtener una diversidad de productos agrícolas. Los suelos que configuran el cantón son los Molisoles e Inceptisoles, suelo de tipo franco arenoso que predomina en el sector (GAD Tisaleo 2013).

3.3. Equipos y materiales

3.3.1. Materiales

- Material vegetal (126 plantas)
- Etiquetas
- Azadón
- Pala
- Rastrillo, Tijeras de podar
- Cintas plásticas
- Baldes

3.3.2. Fertilizantes edáficos

- Urea
- Superfosfato triple
- Cloruro de potasio
- Nitrato de calcio
- Sulfato de magnesio

3.3.3. Equipos

- Maquina manual de fertilización agrícola
- Balanza digital
- Tensiómetro
- Refractómetro

3.3. Factores de estudio

En la tabla N.º 2 se describe los factores en estudio, en los cuales se realizó con 2 métodos y tres niveles de fertilización.

Métodos de Aplicación

MA1: Aplicación edáfica al voleo. MA2: Aplicación edáfica por golpe

Tabla 2

Factores en estudio de fertilización en cultivo de mora.

Niveles de Fertilización	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	MgO kg/ha	CaO kg/ha
1(N1)	21	22,5	33,75	20,79	32,84
2(N2)	28	30	45	27,72	43,78
3(N3)	35	37,5	56,25	34,65	54,72

Testigo

Dosis de fertilizante que aplica el agricultor.

3.5. Tratamientos

En la tabla N.º 3 se observa los tratamientos de los factores en estudio.

Tabla 3

Tratamientos de fertilización edáfica en cultivo de mora.

Tratamientos	Simbología	Descripción
1	MA1N1	Aplicación edáfica al voleo; nivel de fertilización 1
2	MA1N2	Aplicación edáfica al voleo; nivel de fertilización 2
3	MA1N3	Aplicación edáfica al voleo; nivel de fertilización 3
4	MA2N1	Aplicación edáfica por golpe; nivel de fertilización 1
5	MA2N2	Aplicación edáfica por golpe; nivel de fertilización 2
6	MA2N3	Aplicación edáfica por golpe; nivel de fertilización 3
7	T	Dosis de fertilizante que aplica el agricultor

3.6. Diseño experimental

El diseño experimental que se realizó en la investigación fue un diseño completamente al azar (DCA), con un arreglo factorial $2 \times 3 + 1$ testigo $\times 3$ repeticiones.

En cada variable se realizó un análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% para comparar los resultados obtenidos.

3.7. Características del ensayo

Número total de plantas del ensayo: 108

Número de plantas tratamiento: 6

Repeticiones: 3

Número de tratamientos: 6

Testigo: 1

Distancia entre plantas: 1,3m

Distancia entre hileras: 2 m

Número de plantas evaluadas/tratamiento: 1

3.8. Esquema de disposición del ensayo en campo

Tabla 4
Distribución de los tratamientos.

R1	R2	R3
MA1N3	MA1N2	MA2N1
MA1N1	MA1N1	MA2N3
MA1N2	MA1N3	MA2N2
MA2N2	MA2N2	MA1N1
MA2N3	MA2N1	MA1N3
MA2N1	MA2N3	MA1N2
T	T	T

3.9. Manejo del experimento

3.9.1. Limpieza del lote

Se inicio con la eliminación de los arvenses entre plantas e hileras con un azadón luego con un rastrillo se retiró los restos, se acondicionó los alrededores de cada planta de manera que se pueda aplicar los fertilizantes.

3.9.2. Toma de muestra de suelo para su análisis

Para esta actividad se aplicó el método de muestreo sistemático en cuadrícula el mismo que se inició con la limpia de los sitios donde se tomará las muestras, con una pala se realizó un hoyo en forma de V a 20 cm de profundidad. De uno de los lados se recolectó una porción de 2 a 5 cm de espesor, después con un machete se quitó los bordes dejando una submuestra de 5 cm de ancho, se depositó las submuestras en un balde, para obtener las 15 o 20 submuestras del área seleccionada se repitió el procedimiento y se mezcló en el balde, para enviar al laboratorio se recolectó 1kg aproximadamente, finalmente las muestras obtenidas se colocaron en fundas plásticas dobles y entre las dos fundas se colocó una etiqueta de identificación donde se mencionó el nombre del propietario del lote, ubicación, cultivo, fecha de muestreo para obtener los resultados y recomendaciones de laboratorio (INIAP, 2006).

3.9.3. Poda

Con la ayuda de una tijera se realizó la labor de poda y se eliminaron las ramas que ya produjeron, ramas viejas y con presencia de plagas y enfermedades para iniciar con el ensayo.

3.9.4. Ubicación de los tratamientos

Se realizó un sorteo completamente al azar (DCA) para cada tratamiento, de acuerdo a los diferentes métodos y dosis de aplicación con la respectiva etiqueta de identificación.

3.9.5. Riego

Para el riego se utilizó el tensiómetro el mismo que indicó que no fue necesario realizar la labor de riego, ya que el suelo presentó el % de humedad necesaria para iniciar el ensayo, se tomó en cuenta la capacidad de campo obtenido 12 centibares (cb), de acuerdo a los resultados que se interpretan de la siguiente manera 0 a 10 (cb) indicarán suelo con agua libre llegando a cero o saturado, 10 a 20 (cb) Humedad a disposición de la planta, 30 a 60 (cb) Rango de inicio de riego, 70 (cb) o superiores la planta está padeciendo estrés y se acerca al punto de marchitamiento.

3.9.6. Cálculo de fertilizantes

En base a los resultados obtenidos del análisis de suelo que fueron en valores altos, se procedió a realizar los cálculos respectivos, inicialmente el N era 100 kg/ha, y se tomó en cuenta que la materia orgánica también aporta N y presentó un valor alto por lo que la recomendación quedó de la siguiente manera N 28, P₂O₅ 30, K₂O 45 kg/ha (Artunduaga, 2010) y MgO 27,72 - CaO 43,78 kg/ha (Arévalo y Castellano 2009).- Se utilizó urea, superfosfato triple, cloruro de potasio, sulfato de magnesio, nitrato de calcio.

Para calcular la dosis por planta se utilizó la siguiente fórmula

Densidad de siembra

$$ds = \frac{\text{Área total}}{dh \times dp}$$

Área total = 10000 m²

dh = 2 m

dp = 1,30 m

$$ds = \frac{10000\text{m}^2}{2,6\text{m}^2}$$

= 3846 plantas por hectárea

El requerimiento del cultivo luego de la interpretación del análisis de suelo, se dividió para el número de plantas por hectárea y se procedió a transformar a gramos.

(N 7,2 - P₂O₅ 7,8 - K₂O 11,7 - MgO 7,2 - CaO 11,38) g por planta.

3.9.7. Aplicación de fertilizantes

Se realizó de acuerdo al requerimiento del cultivo en base al análisis de suelo, con 2 métodos, los cuales fueron al voleo y por golpe con el uso de una fertilizadora manuala misma que se aplicó en 10 hoyos a 10cm de profundidad a 20cm de la planta, los fertilizantes se aplicaron al día 0 el 50%, al día 30 el 25%, y al día 60 el 25% respectivamente.

3.9.8. Manejo del cultivo

Se realizó el respectivo manejo de plagas para: pulgones, trips y ácaros utilizando insecticidas a base a de acefato, abamectina, dimetoato y deltametrina, en las dosis recomendadas por el fabricante. Para las enfermedades Oidio spp., Peronospera Antracnosis y Botrytis fungicidas con myclobutanil, penconazol, bupiramato, azoxystrobin, difeconazol, mancozeb, cymoxanil en las dosis recomendadas por el fabricante. Todas estas aplicaciones se las realizó de manera rotativa para no crear resistencia, las podas se realizaron cuatro veces se eliminó las ramas que ya produjeron ycon presencia de enfermedades, las deshieras se efectuaron dos veces con el fin de controlar malezas, se agregó materia orgánica procedente del estiércol de cuy, la cual se colocó aproximadamente 1kg por planta, y las cosechas se realizó una vez porsemana de forma normal, todas estas actividades se realizaron durante el período que duró el ensayo.

3.9.9. Registro de datos

El inicio de esta actividad se realizó de acuerdo a lo establecido en la variable respuesta.

3.10. Variable respuesta

De las seis plantas que conforma cada tratamiento se tomó datos de una planta seleccionada aleatoriamente.

3.10.1. Número de Inflorescencias

Se seleccionó 2 ramas al azar de una planta y se etiquetó donde se contabilizó el número de inflorescencias generadas luego de un período de 30 días desde la primera aplicación.

3.10.2. Número de Frutos

En las ramas marcadas se registró el número de frutos cuajados trascurrido 45 días luego de la contabilización del número de inflorescencias.

3.10.3. Peso del fruto

En cada cosecha se tomó una muestra de 10 frutos, con la ayuda de una balanza digital se obtuvo el peso promedio de cada tratamiento expresados en gramos.

3.10.4. Grados Brix

Con ayuda del refractómetro se determinó los grados Brix de 5 frutos al azar después de la última cosecha del ensayo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Número de inflorescencias

En la variable número de inflorescencias el registro de datos se realizó a los 30 días después de la primera aplicación de los fertilizantes. Se transformó los datos utilizando la siguiente fórmula: Raíz ($x + 0.5$). Al realizar el análisis de varianza para esta variable (Tabla 5), con un coeficiente de variación del 23,11%, se obtuvo como resultado que no influyó los métodos de aplicación de los fertilizantes, tampoco los niveles de fertilización que se aplicaron, esto debido a que al iniciar el ensayo la mayoría de las plantas de mora presentaban etapas de yemas y de botón floral.

Tabla 5

Análisis de varianza para la variable número de inflorescencias.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamientos	2,61	6	0,44	1,22	0,3512 ns
Métodos	5,6E-04	1	5,6E-04	1,3E-03	0,9713 ns
Nivel	1,22	2	0,61	1,48	0,2666 ns
Métodos*Nivel	0,97	2	0,48	1,17	0,3427 ns
T vs Resto	0,42	1	0,42	1,19	0,2939 ns
Error	4,98	14	0,36		
Total	7,59	20			

CV= 23,11%

ns= no significativo

Iza et al. (2020) menciona que los valores promedios de botón floral a floración de la variedad mora colombiana son de 29 días. Es decir, un día después a los 30 días se registró el número de inflorescencias.

Para el estado fenológico de yema productiva fue de 34 a 40 días para llegar a floración (Aguinaga y Guanotuña, 2013).

4.2. Número de frutos

En la variable número de frutos cuajados los datos se registraron trascurrido los 45 días desde la floración. Se transformó los datos utilizando la siguiente fórmula: Raíz (x + 0.5). Mediante un análisis de varianza (Tabla 6), se concluye que no hubo diferencias significativas en esta variable con un coeficiente de variación de 24,68%, debido a que al inicio del ensayo los niveles de nutrientes en el suelo estaban en valores altos según los resultados del análisis de suelo.

Tabla 6

Análisis de varianza para la variable número de frutos cuajados.

F.V.	SC	G I	CM	F	p-valor
Tratamientos	12,33	6	2,05	1,35	0,2992 ns
Métodos	5,6E-04	1	5,6E-04	1,3E-03	0,9713 ns
Nivel	1,22	2	0,61	1,48	0,2666 ns
Métodos*Nivel	0,97	2	0,48	1,17	0,3427 ns
T vs Resto	3,24	1	3,24	2,13	0,1665 ns
Error	21,28	14	1,52		
Total	33,61	20			

CV= 24,68%

ns= no significativo

Agriculture and Natural Resources, University of California (2010) mencionan que las flores de mora se polinizan así mismas, pero el 90 - 95% de la polinización se relaciona a la actividad de las abejas.

En investigaciones realizadas por Bolaños et al. (2020) argumentan que las abejas aceleran el proceso de polinización del cultivo de mora y se logra una producción en poco tiempo, esto se evidencia en el número de frutos cuajados y frutos por planta lo que permite tener una producción favorable.

Miranda (1976) indica que una parte importante que influye en el rendimiento son los períodos de floración, ya que obtuvo un porcentaje promedio del 89% de frutos de

mora a partir de flores, el autor concluye que los picos de cosecha deberían estar relacionados con la floración. Cardona (2017) menciona que la planta de mora en crecimiento reproductivo es exigente en nitrógeno en las etapas de yema productiva y fruto cuajado.

4.3. Peso del fruto

Realizado el análisis de varianza para la variable peso de 10 frutos en gramos (Tabla 7), se determinó la existencia de significación al 5% para tratamientos y la comparación ortogonal Testigo vs el resto. Mientras que para niveles de fertilización se obtuvo una significación del 1%. El coeficiente de variación fue del 15,17%.

Tabla 7

Análisis de varianza para la variable peso de 10 frutos en gramos (g).

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
Tratamientos	534,25	6	89,04	4,17	0,0131	*
Métodos	17,52	1	17,52	0,75	0,4044	ns
Nivel	391,11	2	195,55	8,33	0,0054	**
Métodos*Nivel	26,39	2	13,19	0,56	0,5842	ns
T vs Resto	99,24	1	99,24	4,64	0,0491	*
Error	299,22	14	21,37			
Total	833,47	20				

CV= 15,17%

ns= no significativo

*= significativo al 5%

**= significativo al 1%

4.3.1. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos el peso de 10 frutos

La prueba de Tukey al 5% para tratamientos (Tabla 8), determinó la existencia de dos rangos de significación, siendo el mejor tratamiento MA2N2 (método de aplicación por golpe con nivel de fertilización N 28 - P₂O₅ 30 - K₂O 45 - MgO 27,72 - CaO 43,78 kg/ha) con una media de 36,84 (g) en el peso de diez frutos, en tanto que el tratamiento que menos influyó fue MA1N1 (método de aplicación al voleo con un nivel de

fertilización de N 21 - P₂O₅ 22,5 - K₂O 33,75 - MgO 20,79 - CaO 32,84 kg/ha) con una media de 24,16 gramos.

Tabla 8

Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable peso de 10 frutos.

Tratamientos	Medias (g)	Tukey	
MA2N2	36,84	A	
MA1N3	35,30	A	
MA2N3	34,87	A	
MA1N2	31,55	A	B
MA2N1	25,31	B	
T	25,14	B	
MA1N1	24,16	B	

Nota. Los tratamientos MA2N2, MA1N3 y MA2N3 son los que obtuvieron mayor peso.

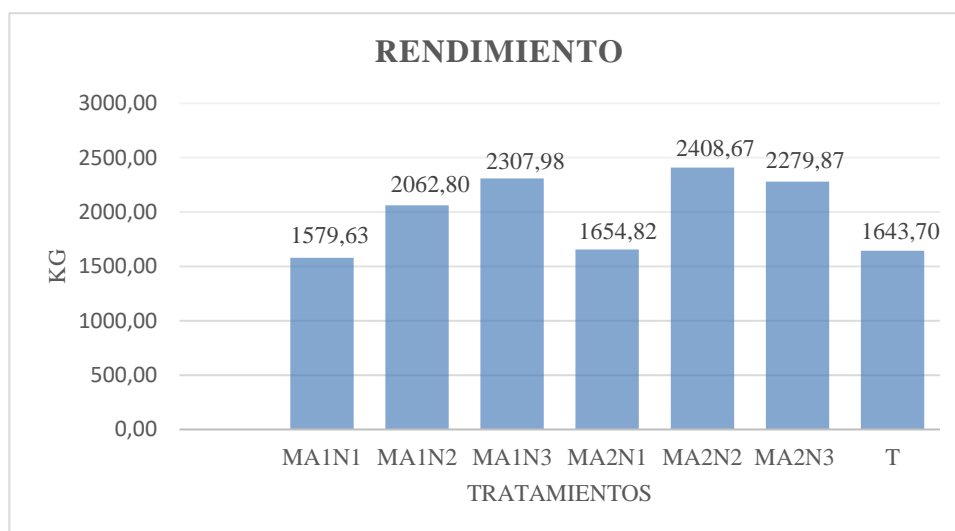
4.3.2. Rendimiento de frutos de mora

Rendimiento de frutos con los tratamientos aplicados, se puede observar que se obtuvo mejores resultados con el Método de aplicación por golpe con el Nivel de fertilización N2 (N 28 - P₂O₅ 30 - K₂O 45 - MgO 27,72 - CaO 43,78 kg/ha), para esto con el peso de los 10 frutos (g) de cada tratamiento y por el conteo del número de frutos por planta se determinó el peso total de los frutos (Tabla 9), los cuales fueron pasados a kg/ha observar en la figura 1.

Tabla 9
Rendimiento de frutos.

Tratamiento	Peso de 10 frutos (g)	Ramas	Peso (g)	Peso (kg)	Plantas x ha	kg/ha
MA1N1	24,16	17	410,72	0,41	3846	1579,63
MA1N2	31,55		536,35	0,54		2062,80
MA1N3	35,3		600,1	0,60		2307,98
MA2N1	25,31		430,27	0,43		1654,82
MA2N2	36,84		626,28	0,63		2408,67
MA2N3	34,87		592,79	0,59		2279,87
T	25,14		427,38	0,43		1643,70

Figura 1
Rendimiento de frutos de mora en kg por hectárea.



Nota: MA2N2 fue el tratamiento que mejores resultados obtuvo.

En el tratamiento MA2N2 el peso promedio por fruto fue 3,68 g valor muy cercano al reportado por Iza et al. (2020) el cual fue 3,96 g en mora colombiana variedad sin espinas.

4.3.3. Prueba de Tukey al 1% para niveles de fertilización en el peso de 10 frutos

Como resultado de la aplicación de la prueba de Tukey al 1% se obtuvo alta significancia para niveles de fertilización (Tabla 10).- Se puede observar que los de fertilización N3 (N 35 - P₂O₅ 37,5 - K₂O 56,25 - MgO 34,65 - CaO 54,72 kg/ha) y N2 (N 28 - P₂O₅ 30 - K₂O 45 - MgO 27,72 - CaO 43,78 kg/ha), con medias de 35,09 y 34,20 gramos

respectivamente comparten el primer rango y la que menos efecto tuvo fue el N1 (N 21 - P₂O₅ 22,5 - K₂O 33,75 - MgO 20,79 - CaO 32,84 kg/ha) con una media de 24,78 gramos ocupa el segundo rango.

Pereira et al. (2015) mencionan que la cantidad que se deba aplicar de nitrógeno en el cultivo de *Rubus* spp., puede variar según la edad de las plantas. Franco et al. (2000) indica que en evaluación durante 2 años en clima frío moderado se obtuvo mejores resultados con 40 kg/ha de P₂O₅, valores muy similares al aplicado en el N3. La fertilización potásica se puede modificar por ejemplo en Brasil la recomendación va desde 0 a 66,7 kg/ha (Freire, 2007; SBCS, 2004), el N3 es el que más se acerca al máximo recomendado por los autores. Martínez et al. (2013) mencionan que el requerimiento de fertilización para la variedad Andimora-2013 de MgO es 39,6 valor que excede por poco al aplicado en el N3, por otra parte, el CaO la recomendación en la misma variedad es 62,55 que excede por poco al N3 aplicado.

Bernal y Londoño (2004) recomiendan que un plan de fertilización se puede cambiar según el contenido de nutrientes del suelo con base en las fuentes comerciales que se disponga y para un período considerado de un año.

Tabla 10

Prueba de Tukey al 1% para nivel de fertilización en la variable peso de 10 frutos.

Nivel	Medias (g)	Tukey
N3	35,09	A
N2	34,20	A
N1	24,78	B

4.4. Grados Brix

Los resultados obtenidos en grados brix (Tabla 11), realizado el análisis de varianza permiten concluir que los métodos de aplicación y niveles de fertilización no influyen en los grados brix de los frutos de mora con un coeficiente de variación de 12,83%.

Tabla 11

Análisis de varianza para la variable grados brix de 5 frutos de la última cosecha.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamientos	4,57	6	0,76	1,45	0,2642	Ns
Métodos	2,7E-03	1	2,7E-03	0,01	0,9418	ns
Nivel	1,60	2	0,80	1,65	0,2329	ns
Métodos*Nivel	2,97	2	1,49	3,07	0,0838	ns
T vs Resto	3,2E-06	1	3,2E-06	6,0E-06	0,9981	ns
Error	7,35	14	0,53			
Total	11,92	20				

CV= 12,83%

no significativo= ns

Sánchez et al. (2018) mencionan que la cantidad de sólidos solubles (Grados Brix) en los frutos de mora presentaban diferencias, esto debido a que varían dependiendo la altitud donde se producen, a menor altitud se obtuvo 8,2 grados brix estadísticamente diferente a las otras zonas de mayor altitud, obteniendo 10,0 en la zona más alta y en la zona media 9,8 grados brix respectivamente.

La cantidad de sólidos solubles en gran parte depende de la variedad de mora que se cultive, también de las condiciones climáticas que se presenten mientras se desarrolla el fruto (Pinzón et al., 2007). Así también Gómez et al. (2000) mencionan que en zonas con mayor radiación solar y con menos presencia de lluvia los contenidos de sólidos solubles fueron mayores.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El Tratamiento MA2N2 fue el que obtuvo mejores resultados en el cultivo de moracolombiana (*Rubus glaucus* Benth) variedad con espinas, con una media de 36,84 gramos en el peso de diez frutos, y el MA1N1 fue el que menos peso obtuvo con 24,16 gramos.
- Mediante los resultados obtenidos no hubo diferencias significativas con los métodos de aplicación de fertilizante al voleo y por golpe en el cultivo de mora colombiana (*Rubus glaucus* B) variedad con espinas. Sin embargo, por la facilidad y menor riesgo de daño a las raíces superficiales se debe utilizar el método de aplicación al voleo e incorporarlo al suelo.
- Los resultados obtenidos indican que los niveles de fertilización N3 y N2 con valores promedios de 35,09 y 34,20 gramos tuvieron efecto en el peso de diez frutos independientemente del método de aplicación que se utilizó. En tal virtud en la nutrición del cultivo de mora debemos aplicar las cantidades de fertilizantes en base al requerimiento nutricional del cultivo y al análisis del suelo.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar la actividad de fertilización según el requerimiento del cultivo y la disponibilidad de nutrientes en el suelo en base a un análisis del mismo. Además, complementar con aplicaciones de microelementos ya que con ello se podrá obtener una buena producción.
- Se recomienda realizar un análisis de suelo una vez al año, para crear un plan de fertilización y conjuntamente desarrollar estudios de factibilidad económica a gran escala para mejorar el rendimiento de frutos por planta a bajos costos.
- Realizar aplicaciones semestrales de materia orgánica descompuesta 1 kg alrededor de la planta que ayudará a la retención de humedad en el suelo, mantener buenas condiciones físicas, químicas, y microbiológicas.
- En época de sequía es recomendable el riego semanal durante la floración y crecimiento del fruto.

BIBLIOGRAFÍA

Agriculture and Natural Resources, University of California. (2010) <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=2745>.

Aguinaga Chalacán, M. J., y Guanotuña Gualavisi, L. O. (2013). Evaluación agronómica y pomológica de clones experimentales de mora de castilla/*Rubus glaucus* Benth) en Cotacachi (Bachelor's thesis).

Arévalo, G., y Castellano, M. (2009). Manual de Fertilizantes y Enmiendas. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 57p.

Artunduaga, B. (2010). Efecto de la fertilización en dos ecotipos de mora (*Rubus* sp). y su relación con el rendimiento en Andisoles. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Coordinación General de Posgrados. Palmira, Colombia.

Bernal, J., y Franco, G. (2008). Agronomía del cultivo de mora de castilla. Tecnología para la producción de frutales de clima frío moderado Manual Técnico. Rionegro: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

Bernal, J. A., y Londoño, M. (2004). El cultivo de la mora de Castilla: algunas prácticas de manejo agronómico [documento de trabajo]. Rionegro, Antioquia, Colombia: Centro de Investigación La Selva, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).

Bolaños, M., Cardona W., García, M., Zapata, Y., Beltrán, C., Vásquez, R., Martínez, E., Clímaco, J., Ortega, N., Peña, A., Bautista L., y López, D. (2020). Mora (*Rubus glaucus* Benth.): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca– Bogotá, D. C.: Corredor Tecnológico Agroindustrial, CTA-2, 2020.

Cantarella, R. H.; Otto, J.; Aijânio, R. S. and Brito, G. S. (2018). Agronomic efficiency of NBPT as a urease inhibitor. *J. Adv. Res.* 13(1):19-27.

Cardona, W. (2017). Requerimientos nutricionales (nitrógeno, fósforo, potasio y calcio) en etapa vegetativa y reproductiva de un cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth.), ubicado en el municipio de Silvania (Cundinamarca). Silvania.

Cardona, W., y Bolaños, M. (2019). Manual de nutrición del cultivo de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) bajo un esquema de buenas prácticas en fertilización integrada. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Carrillo-Perdomo, E., Aller, A., Cruz-Quintana, S. M., Giampieri, F., y Álvarez-Suarez, J. M. (2015). Andean berries from Ecuador: A review on botany, agronomy, chemistry and health potential. *Journal of Berry Research*, 5(2), 49– 69. <https://doi.org/10.3233/JBR-140093>.

Casaca, Á. (2007). El Cultivo de la Mora (Parte II). Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo. PROMOSTA. DICTA: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_mora_parte_ii_.asp.

Díaz, M.D.H. (2002). Fisiología de Árboles Frutales. Ed. AGT Editor, S.A. México. 147-173 pp.

Dotor-Robayo, M. Y., González-Mendoza, L. A., Castro, M. A., Morillo-Coronado, A. C., y Morillo-Coronado, Y. (2016). Análisis de la diversidad genética de la mora (*rubus* spp.) en el departamento de boyacá. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14 (2), 10-17. doi: [http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(14\)10-17](http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(14)10-17)

Escobar-Torres, C. H. (2015). Cadena productiva nacional de la mora. Recuperado de [https://sioc.minagricultura.gov.co/Mora/Documentos/002 %20- %20 Cifras %20Sectoriales/Cifras %20Sectoriales %20 %E2 %80 %93 %20 2015%20Marzo.pdf](https://sioc.minagricultura.gov.co/Mora/Documentos/002%20-%20Cifras%20Sectoriales/Cifras%20Sectoriales%20%E2%80%93%202015%20Marzo.pdf).

Fertisa. (2020). FICHA TECNICA DEL PRODUCTO No. 005 Nombre Comercial del Producto: Sulfato de Magnesio – KIESERITA. <https://fertisa.com/wp-content/uploads/2020/09/1130453.pdf>.

Franco, G., Gallego, J., Tamayo, A., Heredia, L., y Medina, G. (2000). Fertilización de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) en zonas frías del

departamento de Caldas. En Memorias del III seminario frutales de clima frío moderado (pp. 81-87). Manizales, Colombia: Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales.

Freire, C. (2007). Nutrição e adubação. En L. Antunes, & M. Raseira (Eds.), Cultivo da amoreira-preta [Sistemas de Produção, N. 12]. Pelotas, Brasil: Embrapa.

Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Tisaleo. (2013). “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tisaleo”. Tisaleo, EC.

Gómez. L.M., Arango L.G., Franco G., Gómez de Enciso C., Cayón G. (2000). Estudio de la competencia entre las arvenses y el cultivo de la mora (*Rubus glaucus*Benth) en la zona de Manizales, Caldas. Memorias Tercer Seminario de Frutales de clima frío moderado. 278-284 p

Guzmán, J. (2018). *Cámara de Diputados LXIII Legislatura DIRECCIÓN DE PROPUESTAS ESTRATÉGICAS REPORTE DE INVESTIGACIÓN FERTILIZANTES QUÍMICOS Y BIOFERTILIZANTES EN MÉXICO.*

INIAP (2013) .<http://tecnología.iniap.gob.ec/index.php/explorere2/fruti/rmora>
Nutrición.

INIAP (2013). Dio a conocer los resultados de la investigación del cultivo de mora.
<https://www.agricultura.gob.ec/iniap-dio-a-conocer-resultados-investigación-de-cultivo-de-mora/>

INIAP. (2006). Estación Experimental Del Litoral Sur. Muestreo De Suelos Para Análisis Químico Con Fines Agrícolas.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). (2012). Norma Técnica Colombiana (ntc) 1927. Fertilizantes y acondicionadores de suelos. Definiciones, clasificación y fuentes de materias primas. Recuperado de <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC1927.pdf>.

Iza, M. Viteri, P. Hinojosa, M. Martínez, A. (2020) Sotomayor, A. y Viera W. Diferenciación morfológica, fenológica y pomológica de cultivares comerciales demora (*Rubus glaucus* Benth.) Enfoque UTE, vol. 11, núm. 2, pp. 53-64, 2020 Universidad Tecnológica Equinoccial. Universidad UTE (Quito, Ecuador)

- Martínez A., Vásquez W., Viteri P., Jácome R., y Ayala G. (2013). FICHA TÉCNICA DE LA VARIEDAD DE MORA SIN ESPINAS (*Rubus glaucus* Benth) INIAP ANDIMORA-2013 INIAP - Estación Experimental Santa Catalina.
- Martínez, A. (2007). Manual Del cultivo de la mora de castilla. Ambato – Ecuador.
- Miranda P. (1976). El cultivo de la mora de castilla. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). 131 p.
- Morla F. D., Achaval J., Cerioni G. A., Kearney M. I. T., Giayetto O. y Fernández E. M. (2016). Fertilización cálcica con nitrato de calcio y rendimiento de maní en la región manisera de Córdoba.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2009). Caracterización, evaluación y producción de material limpio con alto valor agregado. Bogotá D. C.: Produmedios.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (2014). Mora (*Rubus* spp) cultivo y manejo poscosecha. Recuperado de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8862.pdf>
- OLEAS, A. (2008). Tratado de fertilización. Madrid, Mundi-Prensa. 550 - 600 p.
- Pereira, I., Nava, G., Picoletto, L., Vignolo, G. K., Gonçalves, M. A., y Antunes, L. (2015). Exigência nutricional e adubação da amoreira preta. *Revista de Ciências Agrárias*, 58(1), 96-104. Recuperado de <http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/rca.1755>.
- Pinzón I.M., Fischer G., Corredor G. (2007). “Determinación de los estados de madurez del fruto de la Gulupa (*Passiflora edulis* Sims.)”. En: *Agronomía Colombiana*. Vol. 25 (1), 34-41 p
- Rodríguez, C. y Villegas, B. (2015). Caracterización de los Cultivos de Mora de Castilla (*Rubus Glaucus* Benth) con Espinas, en dos Fincas del Municipio de Guática, Risaralda. Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de Tecnología Escuela de Química Programa de Tecnología Química.

Ruiz, M., Ureña, M. (2009). Situación Actual y Perspectivas del Mercado de la Mora. Economic Research Service-ERS. Componente de Agronegocios- ProgramaMIDAS. Mas Inversión para el Desarrollo Sostenible. Colombia

Sánchez-Morales, J., M. Villares-Jibaja, Z. Niño-Ruiz, y M. Ruilova. (2018): “Efecto del piso altitudinal sobre la calidad de la mora (*Rubus glaucus* benth) en la región interandina del Ecuador”. Revista IDESIA, 36 (2), 209-215. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005000702>

Sociedade Brasileira Da Ciência Do Solo (SBCS). (2004). Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande Sul e de Santa Catarina. Recuperado de http://www.sbcnsrs.org.br/docs/manual_de_adubacao_2004_versao_internet.pdf.

Trenkel, M. E. (2010). Slow-and controlled-release and stabilized fertilizers. An option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture. International Fertilizer Industry Association. Paris, France 133 p.



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS
 Paramericana Sur Km. 1. S/N Ciudadguaya.
 Tels. (02) 30017294 / (02)2504240
 Mail: laboratorio_dsa@iniao.gub.ec



INFORME DE ENSAYO No: 22-0369

NOMBRE DEL CLIENTE: Eugenio Toapanta Christian Javier
PETICIONARIO: Eugenio Toapanta Christian Javier
EMPRESAINSTITUCIÓN: Eugenio Toapanta Christian Javier
DIRECCION: Caserio San Luis

FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA: 20/05/2022
HORA DE RECEPCION DE MUESTRA: 9:58
FECHA DE ANALISIS: 24/05/2022
FECHA DE EMISION: 27/05/2022
ANALISIS SOLICITADO: SUELO 1 +MO.

Analisis	Ph		S*	B*	K	Ca	Mg	Zn*	Cu*	Fe*	Mn*	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	I	MO	CO ⁺	Textura (%)*		Clase Textural	IDENTIFICACION	
	N	P																meq/100g	meq/100g			meq/100g
22-1353	6.51	P N	211	A	204	A																Lot# 1 Muestra1
												5.18	2.47	15.23	18.07	3.6	A					

Analisis	Al+H*	Ar*	Na*	C.E.	N Total*	N-NO3	K H2O*	P H2O*	Cl*	PH KCl*	IDENTIFICACION
	ppm	ppm	meq/100g		%	ppm	ppm	ppm	ppm		

OBSERVACIONES: * Ensayos no solicitados por el cliente

METROLOGIA USUA	
pH =	Soluc. Regal (1:2.5)
S.A =	Fosfo de Cilio
	Curcumia

INTERPRETACION	
Ac = Acido	N = Neutro
Lac = Ligero Acido	LAl = Lige Alcalino
Ph = Finc. Neutro	Al = Alcalino
NC = Requieren Cal	T = Trazo (Bajo)

INTERPRETACION		
Am/Al/ Nn	C.E.	M.O./Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino
M = Medio	LS = Lig Salino	MS = Muy Salin
T = Tóxico		M = Medio
		A = Alto

ABREVIATURAS	
C.E =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

LABORATORISTA

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo
NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fan no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.
 * Opiniones de interpretación, etc, que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.

RESPONSABLE DE LABORATORIO

ANEXOS

Anexo 1
Análisis de suelo.

Anexo 2
Cálculo de fertilizantes.

$MO = 3,6$
 $100 \text{ kg Suelo} \rightarrow 3,6 \text{ kg Mo}$
 $2000.000 \text{ kg} \quad X = 72.000 \text{ kg Mo}$
 $72.000 \text{ kg Mo} \rightarrow 100\%$
 $3600 \text{ NT} \times 5\%$
 $3600 \text{ kg NT} \rightarrow 100\%$
 $72 \text{ kg ND} \times 2\%$

Interpretación de Análisis de Suelo kg/Ha Apl. 70% del req.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Ca
100-72 MO	2,1	22,5	45	16,8	31,5
Aplicar	28	30	45	$\times 1,65 = 27,72 \text{ MgO}$	$\times 1,39 = 43,78 \text{ CaO}$

1 Nivel Aplicación = 25%

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
2,1	22,5	33,75	25,29	32,84	
$\frac{12.944 \text{ kg de urea}}{2,1 \text{ de N. Ca}}$					

(N) 46 kg N en 100 kg Urea
 $2,1 \text{ kg N req.} \times X = 4,56 \text{ kg Urea}$

(P₂O₅) 46 kg P₂O₅ en 100 kg S.F.T.
 $22,5 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ req.} \times X = 48,91 \text{ kg S.F.T.}$

(K₂O) 60 kg K₂O en 100 kg Cl.P.
 $33,75 \text{ kg K}_2\text{O req.} \times X = 56,25 \text{ kg Cl.P.}$

(MgO) 25 kg MgO en 100 kg S.Mg.
 $20,79 \text{ kg MgO req.} \times X = 83,16 \text{ kg S.Mg.}$

(CaO) 26 kg de CaO 100 kg N.Ca.
 $32,84 \text{ kg CaO req.} \times X = 126,30 \text{ kg de N.Ca}$
 En 100 kg de N.Ca 15 kg de N.
 $126,30 \text{ kg de N.Ca} \times X = 18,99 \text{ kg de N.}$

Aplicación Fraccionada
 Día 0 al 50%
 Urea = 2,28 $\times 1000$
 S.F.T. = 24,45 $\times 1000$
 Cl.P. = 27,12 $\times 1000$
 S.Mg. = 41,58 $\times 1000$
 N.Ca. = 62,15 $\times 1000$
 Plantas = 0,59
 $\frac{3846}{2} = 7,21$
 $\frac{10,81}{2} = 5,41$
 $\frac{16,41}{2} = 8,21$

Día 30 al 25%
 Día 60 al 25%

2 Nivel Aplicación

$$N \quad 100 - 72 \text{ MO} = 28$$

$$- \frac{35,25}{8,75} \text{ c. plata}$$

$$N.Ca$$

kg / Ha			
P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
30	45	27,72	43,72

(N) 46 kg N en 100 kg U

$$2,35 \text{ kg N req } \times$$

$$X = 587 \text{ kg U.}$$

(P₂O₅) 46 kg P₂O₅ en 100 kg S.F.T.

$$30 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ req } \times$$

$$X = 65,21 \text{ kg S.F.T.}$$

(K₂O) 60 kg K₂O en 100 kg Cl.P.

$$45 \text{ kg K}_2\text{O req } \times$$

$$X = 75 \text{ kg Cl.P.}$$

(MgO) 25 kg MgO en 100 kg S. Mg

$$27,72 \text{ MgO req } \times$$

$$X = 110,88 \text{ S. Mg}$$

(CaO) 26 kg de CaO en 100 kg N.Ca

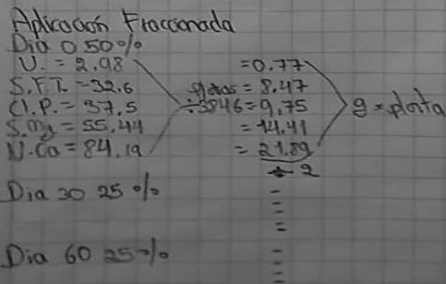
$$43,72 \text{ kg CaO req } \times$$

$$X = 168,38 \text{ kg N.Ca}$$

En 100 kg de N.Ca 15 kg de N.

$$168,38 \text{ kg N.Ca } \times$$

$$X = 25,25 \text{ kg de N.}$$



3 Nivel Aplicación ± 25%

28 x 0,25 = 7	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
+ 7	25	37,5	56,25	27,65	54,72
35	= 21,56				
	= 3,44				

(N) 46 kg N en 100 kg U.

$$3,44 \text{ kg N req. } \times$$

$$X = 747 \text{ kg U.}$$

(P₂O₅) 46 kg P₂O₅ en 100 kg S.F.T.

$$37,51 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ req. } \times$$

$$X = 81,52 \text{ kg S.F.T.}$$

(K₂O) 60 kg K₂O en 100 kg Cl.P.

$$56,25 \text{ kg K}_2\text{O req. } \times$$

$$X = 93,35 \text{ kg Cl.P.}$$

(MgO) 25 kg MgO en 100 kg S. Mg

$$27,65 \text{ kg MgO req } \times$$

$$X = 138,6 \text{ kg S. Mg.}$$

(CaO) 26 kg de CaO en 100 kg de N.Ca

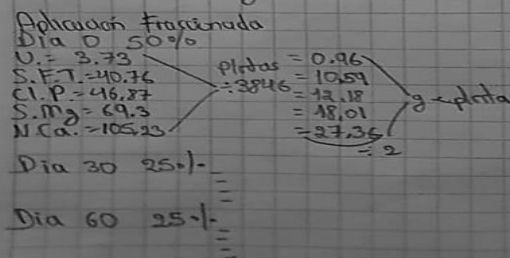
$$54,72 \text{ kg CaO req. } \times$$

$$X = 210,46 \text{ kg N.Ca.}$$

En 100 kg de N.Ca 15 kg N.

$$210,46 \text{ kg N.Ca } \times$$

$$X = 31,56 \text{ kg de N.}$$



Anexo 3

Colocación de etiquetas de identificación en el ensayo.



Anexo 4

Aplicación de los tratamientos.



Anexo 5

Toma de datos en campo de las variables.





Anexo 6
Número de inflorescencias.

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
MA1N1	7	12	6
MA1N2	3	13	4
MA1N3	6	6	5
MA2N1	9	6	4
MA2N2	13	13	5
MA2N3	2	7	4
T	5	5	4

Anexo 7
Número de frutos.

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
MA1N1	27	24	14
MA1N2	22	55	24
MA1N3	20	37	17
MA2N1	42	22	14
MA2N2	57	54	18
MA2N3	14	27	14
T	10	25	15

Anexo 8*Peso de 10 frutos (g).*

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
MA1N1	23,82	25,38	23,57
MA1N2	35,88	28,62	30,16
MA1N3	30,28	36,61	39
MA2N1	28,96	24,15	22,82
MA2N2	36,01	37,81	36,71
MA2N3	30,92	45,9	27,8
T	28,56	23,71	23,16

Anexo 9*Grados Brix.*

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
MA1N1	4,7	4,92	5,2
MA1N2	6,22	5,5	4,64
MA1N3	6,26	5,8	7,46
MA2N1	6,06	6,46	5,56
MA2N2	6,42	5,2	4,36
MA2N3	5,14	6,04	5,68
T	6,66	5,16	5,12