



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“Respuesta fisiológica de *Rubus glaucus* Benth a la interacción de dos sistemas de podas y aplicación de fertilizante NPK, en la parroquia Imbana, provincia de Zamora Chinchipe”

Tesis previa a la obtención del título
de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Thalía Belén Figueroa Collaguazo

Director:

Johnny Fernando Granja Travez Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2021

CERTIFICADO

Johnny Fernando Granja Travez Mg. Sc

Director de Tesis

CERTIFICA:

Que luego de haber dirigido y revisado el trabajo de tesis titulado “**Respuesta fisiológica de *Rubus glaucus* Benth a la interacción de dos sistemas de podas y aplicación de fertilizante NPK, en la parroquia Imbana, provincia de Zamora Chinchipe**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, de la egresada **Thalía Belen Figueroa Collaguazo** , se autoriza su presentación debido a que el mismo se sujeta a las normas y reglamentos generales de graduación exigido para la carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

En mi calidad de Director de tesis, certifico que el trabajo de investigación realizado ha sido propio del egresado.

Loja, 26 de Marzo del 2021



Firmado electrónicamente por:

JOHNNY FERNANDO
GRANJA TRAVEZ

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

Una vez cumplida la reunión del tribunal de calificación del trabajo final de tesis titulado: **“Respuesta fisiológica de *Rubus glaucus* Benth a la interacción de dos sistemas de podas y aplicación de fertilizante NPK, en la parroquia Imbana, provincia de Zamora Chinchipe”** de la autoría de la egresada Thalía Belén Figueroa Collaguazo, de la carrera de Ingeniería Agronómica, la cual se le propuso realizar unas correcciones, mismas que han sido incluidas en el documento final. Por tal motivo, se concede la aprobación de dicho trabajo de investigación con la calificación de sobresaliente.

En tal virtud, nos permitimos certificar que el trabajo final consolidado de investigación está acorde con los requerimientos de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Renovables, por lo tanto, se autoriza continuar los trámites pertinentes.

Loja, 11 de Agosto del 2021



Firmado electrónicamente por:
**KLEVER ANIBAL
CHAMBA CAILLAGUA**

Ing. Klever Aníbal Chamba Caillagua
PRESIDENTE



Firmado electrónicamente por:
**MARLENE LORENA
MOLINA MULLER**

PhD. Marlene Lorena Molina Müller
VOCAL

**MARINA
MAZON
MORALES**

Firmado digitalmente por
MARINA MAZON
MORALES
Fecha: 2021.08.11
16:30:52 -0500

PhD. Marina Mazón Morales
VOCAL

AUTORÍA

Yo, Thalía Belén Figueroa Collaguazo, declaro ser el autor del presente TRABAJO DE TESIS y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes Jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Declaro, que durante la investigación y elaboración de la tesis el uso de referencias publicadas por otros autores cumplió con las normas y regulaciones establecidas.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Loja, 11 de agosto de 2021



Firmado electrónicamente por:

**THALIA BELEN
FIGUEROA
COLLAGUAZO**

THALÍA BELÉN FIGUEROA COLLAGUAZO

C.I.:1150078515

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Thalía Belén Figueroa Collaguazo, declaro ser el autor de la tesis titulada “**Respuesta fisiológica de *Rubus glaucus* Benth a la interacción de dos sistemas de podas y aplicación de fertilizante NPK, en la parroquia Imbana, provincia de Zamora Chinchipe**” como requisito para optar al grado de Ingeniero Agrónomo, por lo que autorizo al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre a mundo la publicación intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden hacer uso de este trabajo investigativo en las redes de información del país (RID) y del exterior, con las que mantenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja se responsabiliza por el plagio de dicha tesis que realice una tercera persona.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los 11 días del mes de agosto del dos mil veinte y uno, firma el autor:



Firmado electrónicamente por:

THALI
A
BELEN
FIGUE
ROA
COLLA
GUAZO

Autor: Thalía Belén Figueroa
Collaguazo

Número de cédula: 1150078515
Dirección: Cantón Loja, Provincia
de Loja

Correo electrónico:
belenthaly23@hotmail.com

Celular: 0986467262

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de tesis: Ing. Johnny Fernando
Granja

Tribunal de grado:

Ing. Klever Aníbal Chamba Caillagua
PRESIDENTE

PhD. Marlene Lorena Molina Müller
VOCAL

PhD. Marina Mazón Morales
VOCAL

AGRADECIMIENTO

Este trabajo está dedicado especialmente a mis padres, hermanos y demás familia, que me han brindado el apoyo y la motivación para seguir adelante con mis estudios. Especialmente a mi tío Mg. Ramiro Figueroa que me apoyo incondicionalmente en todo este proceso.

Agradezco de manera muy especial a mi compañera y amiga Karla Jazmín Asanza, con quien realizamos el trabajo de investigación individual en el mismo sector. Sin duda, sin su compañía, no hubiese sido mejor.

Se agradece a la familia Guamán-Lozano por permitirme realizar el trabajo de investigación en su cultivo, por abrir las puertas de su hogar y el apoyo incondicional en la fase de campo. De igual manera agradezco al director de tesis, por su apoyo en cuanto a dirección y revisión del trabajo.

Con mucho amor agradezco a mi pareja y compañero de vida Juan David Benavides Orjuela, quien dedicó su tiempo y su amor para apoyarme y motivarme a la culminación de este trabajo.

DEDICATORIA

Con todo el amor, agradecimiento, respeto dedico este trabajo a mis padres Jorge Figueroa y Juanita Collaguazo por todo su esfuerzo y apoyo en el transcurso de mis estudios. A mi novio, quien fue mi pilar para la culminación de mi trabajo.

Thalia Figueroa

INDICE GENERAL

Contenido	Página
PORTADA	I
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TESIS	II
CERTIFICACIÓN TRIBUNAL DE GRADO	III
AUTORÍA	III
CARTA DE AUTORIZACIÓN	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA	VII
INDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
TÍTULO.....	XII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT	XIV
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Origen y distribución de la mora.....	3
2.2 Descripción taxonómica.....	3
2.3 Morfología.....	4
2.4 Condiciones edafoclimáticas.....	5
2.5 Fenología de <i>Rubus glaucus</i>	5
2.6 Manejo del cultivo.....	7
2.6.1 Nutrición.	7
2.6.2 Respuesta fisiológica a macronutrientes.	10
2.6.3 Podas.	10
3. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1 Ubicación del lugar de estudio	14
3.2 Tratamientos y Diseño experimental.....	14
3.2.1 Modelo matemático del diseño experimental.....	15
3.3 Metodología general.....	16
3.3.1 Análisis de suelo.....	16
3.3.2 Aplicación de fertilizantes.....	16

3.4 Metodología para primer objetivo.....	16
a. Diámetro basal del brote y diámetro del pedúnculo o raquis de la inflorescencia	17
b. Número de flores.....	17
c. Número de frutos.....	17
d. Porcentaje de cuaja.....	17
e. Largo del brote	17
f. Tasa de crecimiento absoluto (TCA).....	17
g. Tasa relativa de crecimiento (TRC)	18
3.5 Metodología para el segundo objetivo	18
a. Número de frutos cosechados	18
b. Peso promedio de los frutos	18
c. Diámetro polar y ecuatorial del fruto	18
d. Carga frutal.....	19
e. Sólidos solubles.....	19
f. Acidez del fruto.....	19
g. Índice de madurez	20
h. pH.....	20
i. Materia seca	20
j. Cenizas	20
k. Proteína Cruda:.....	20
3.6 Análisis de datos	21
4. RESULTADOS.....	22
4.1 Variables fisiológicas	22
4.2 Variables de productividad.....	28
4.2.1 Análisis químico.....	30
4.3 Correlaciones entre variables	32
4.4 pH del suelo.....	32
5. DISCUSIÓN	33
6. CONCLUSIONES	40
7. RECOMENDACIONES	41
8. BIBLIOGRAFIA.....	42
9. ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Etapas fenológicas de <i>Rubus glaucus</i> Beth. (Valverde, <i>et al.</i> 2016).....	6
Tabla 2. Características sobre el ensayo que se estableció en el barrio La Unión de la parroquia La Victoria de Imbana – Zamora Chinchipe.....	15
Tabla 3. Tratamientos que se aplicaron en el ensayo.....	15
Tabla 4. Diámetro basal del brote de mora desde los 12 a los 65 días después de la aplicación del nutriente (DDA) para cada tratamiento.	22
Tabla 5. Diámetro del raquis o pedúnculo de la inflorescencia de mora desde los 12 a los 65 días después de la aplicación del nutriente (DDA) para cada tratamiento.	23
Tabla 6. Diámetro polar y ecuatorial de los frutos de mora para cada tratamiento en una sola cosecha.....	24
Tabla 7. Largo del brote en plantas de mora de castilla bajo interacción de poda y fertilización desde los 35 hasta 65 días después de la aplicación de fertilizantes (DDA). ...	26
Tabla 8. Tasa de crecimiento absoluto para largo del brote en mora para cada tratamiento, desde los 41 hasta 65 días después de la aplicación de fertilizantes (DDA).	26
Tabla 9. Tasa de crecimiento relativo para largo del brote en mora para cada tratamiento, desde los 41 hasta 65 días después de la aplicación de fertilizantes (DDA).	27
Tabla 10. Variables productivas en plantas de mora de castilla sometidas a una interacción de fertilización al 100 y 200% con una poda de 6 y 8 tallos.	29
Tabla 11. Análisis químico del fruto de mora de castilla bajo la aplicación de fertilizante N P K al 100 y 200 % y una poda basal de 8 y 6 tallos.....	31
Tabla 12. Correlación entre variables fisiológicas, productivas y bromatológicas para el cultivo de mora de castilla evaluada baja la interacción de fertilización y poda.	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del sector donde se realizó el estudio	14
Figura 2. Diámetro del raquis o pedúnculo de la inflorescencia en el brote reproductivo de mora a los 56 días después de la aplicación del nutriente (DDA).	24
Figura 3. Análisis de regresión para el peso promedio del fruto en función de su diámetro polar.....	25
Figura 4. Incremento del largo del brote para la mora de castilla desde los 41 hasta los 65 días después de la aplicación del nutriente. De acuerdo a la prueba DGC <0.05 no se encontraron diferencias significativas.	28
Figura 5. Carga frutal por planta en el cultivo de mora sometido a una interacción de fertilización al 100 y 200% con una poda de 6 y 8 tallos.....	30
Figura 6. Porcentaje de ácido cítrico con relación al factor poda en el cultivo de mora, muestra diferencia significativa ≤ 0.05 de acuerdo a la prueba DGC.	31
Figura 7. pH edáfico tomado al finalizar el ensayo. Letras diferentes expresan diferencia estadística mediante prueba de DCG ($p > 0.05$).....	33

“Respuesta fisiológica de *Rubus glaucus* Benth a la interacción de dos sistemas de podas y aplicación de fertilizante NPK, en la parroquia Imbana, provincia de Zamora Chinchipe”

RESUMEN

El cultivo de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) tiene gran importancia dentro de la alimentación el cual, en los últimos años, ha presentado un incremento en su producción, sin embargo, no alcanza para cubrir la demanda nacional. Esto se debe a la falta de conocimiento relacionado con la nutrición y el manejo del cultivo, en especial de la planta, con respecto a los sistemas de podas que pudieran optimizar el rendimiento. En base a lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la interacción de dos sistemas de poda y dos niveles de nutrición N P K, en la parroquia Imbana, perteneciente a la provincia de Zamora Chinchipe; sector productor de mora en el que no se ha realizado investigación alguna. Para dicha finalidad, se estableció un diseño completamente al azar con la aplicación de nueve tratamientos con cuatro repeticiones. Para los tratamientos se tomó en cuenta el testigo para la interacción, siendo así, cada factor independiente consistió en tres niveles. Para la fertilización: Sin fertilización (SP), fertilización al 100 % (100%) y fertilización al 200 % (200%); para la poda basal: sin poda (SP), poda basal de 6 tallos (6T) y poda basal de 8 tallos (8T). Los tratamientos aplicados fueron: T1: SP:SF; T2: SP:100%; T3: SP:200%; T4: 6T:SP; T5: 6T:100%; T6: 6T:200%; T7: 8T:SF; T8: 8T:100%; T9: 8T:200%. Se evaluaron variables morfológicas, productivas y de calidad.

En los resultados para este estudio, el tratamiento con poda basal de 6 tallos y fertilización al 100% obtuvo el mayor crecimiento de diámetro basal a los 56 DDA a comparación del resto de tratamientos; con respecto al largo del brote el tratamiento sin poda y fertilización al 200% obtuvo la menor medida a diferencia del tratamiento con poda basal de 8 tallos y fertilización al 200%, obtenido 10.83 cm y 15.70 cm respectivamente. Siendo estas variables las que tuvieron diferencia significativa. En cuanto a las variables productivas y bromatológicas no se encontraron ciencias. Concluyendo que para este estudio los mejores tratamientos fueron el 6, 3 y 9.

Palabras claves: *Rubus glaucus*, nutrición, poda, producción.

ABSTRACT

The cultivation of blackberry (*Rubus glaucus* Benth) is of great importance in the food industry, which in recent years has shown an increase in its production, however, it is not enough to meet the national demand. This is due to the lack of knowledge related to nutrition and crop management, especially of the plant, with respect to pruning systems that could optimize yield. Based on the above, the objective of this research was to determine the effect of the interaction of two pruning systems and two levels of N P K nutrition in the parish of Imbana, in the province of Zamora Chinchipe, a blackberry producing sector in which no research has been carried out. For this purpose, a completely randomized design was established with the application of nine treatments with four replications. For the treatments, the control was taken into account for the interaction; thus, each independent factor consisted of three levels. For fertilization: No fertilization (SP), 100% fertilization (100%) and 200% fertilization (200%); for basal pruning: no pruning (SP), 6-stem basal pruning (6T) and 8-stem basal pruning (8T). The treatments applied were: T1: SP:SF; T2: SP:100%; T3: SP:200%; T4: 6T:SP; T5: 6T:100%; T6: 6T:200%; T7: 8T:SF; T8: 8T:100%; T9: 8T:200%. Morphological, productive and quality variables were evaluated.

In the results for this study, the treatment with basal pruning of 6 stems and 100% fertilization obtained the greatest growth in basal diameter at 56 DDA compared to the rest of the treatments; with respect to shoot length, the treatment without pruning and fertilization at 200% obtained the smallest measurement as opposed to the treatment with basal pruning of 8 stems and fertilization at 200%, which obtained 10.83 cm and 15.70 cm respectively. These variables were the ones with significant differences. As for the productive and bromatological variables, there were no significant differences. In conclusion, the best treatments for this study were 6, 3 and 9.

Key words: *Rubus glaucus*, nutrition, pruning, production.

1. INTRODUCCIÓN

La mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth), conocida como mora andina por su origen en las estribaciones de la Cordillera de los Andes de Ecuador y Colombia, es una fruta perteneciente al grupo de las polidrupas, muy perecedera, rica en vitamina C y con un alto contenido de antioxidantes y agua. Perteneciente a la familia Rosaceae, género *Rubus* que agrupa aproximadamente 700 especies a nivel mundial, y está ampliamente distribuida en México, América Central y América del Sur (Yih y Hu, 2009). De éstas, un gran número se encuentran en las zonas altas de tropicales de América principalmente en Colombia, Ecuador, Panamá, Guatemala, Honduras, México y Salvador (Valverde *et al.*, 2016). Los principales productores de esta fruta son Colombia, Chile, Guatemala y México con rendimientos entre 20 y 25 t ha⁻¹ (Martínez *et al.*, 2007).

En Ecuador las estadísticas no están actualizadas y solo se cuenta con los valores del Tercer Censo Nacional Agropecuario del año 2001, que muestra un rendimiento de 1,9 t ha⁻¹ para la mora de castilla. Sin embargo, proyectos realizados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en el año 2015 muestran que el país presenta una superficie sembrada de 5294 ha y 5048 ha dedicada a la mora con un rendimiento de 6,80 t ha⁻¹. Las principales provincias productoras son Tungurahua, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo, Pichincha, Azuay, Imbabura y Carchi, de las cuales, Bolívar es la provincia con mayor producción aportando con un 39% a la producción nacional, pero con una productividad de 6,90 t ha⁻¹. En cambio, la provincia de Tungurahua es la segunda en aportar a la producción nacional con un 33% pero primera en rendimiento con 8 t ha⁻¹. Según análisis de la situación actual de la mora en Ecuador, realizados por Duarte *et al.* (2018), la producción de esta abastece la demanda nacional pero, aun así, los pocos estudios realizados en mora muestran que el déficit de macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio afecta a las características fisiológicas de la planta y por ende al rendimiento y calidad de la fruta. El nitrógeno participa en la estimulación del follaje y la composición de la clorofila, y constituye el 50% del protoplasma. El fósforo, por su parte, es un elemento estructural del ATP, la fuente de energía celular, por lo que la falta de este ocasiona retraso de crecimiento y retraso en la floración y generación de hojas y brotes pequeños. El potasio afecta la activación enzimática y con ello a la síntesis de carbohidratos y proteínas, e interviene en la fotosíntesis mediante el cierre y apertura de los estomas regulando así la absorción de CO₂ (Zambrano *et al.*, 2016).

Estrategias de manejo como la poda, son muy importantes en frutales debido a la función que cumplen en el mismo, que es renovar las ramas productivas y mejorar la relación entre la oferta y demanda de fotoasimilados. Existen pocos estudios que muestren que las podas influyen o se relacionan con la fisiología de la mora, sin embargo, productores en Colombia mencionan que se obtienen buenos rendimientos manteniendo la planta entre 6 a 10 tallos basales (Franco y Giraldo, 2009).

Hasta la actualidad, no existe algún estudio que evalué el efecto de la fertilización, de las podas, y su interacción en la fisiología de la mora. Por ello, el presente trabajo de investigación pretende encontrar diferencias fisiológicas, productivas y de calidad entre dos sistemas de poda (6 y 8 tallos basales) y dos dosis de fertilización NPK (100% y 200%) con un testigo. Así mismo, se espera dar una oportunidad a los productores de mejorar el rendimiento de sus plantaciones y que puedan mejorar la calidad de vida. Los rendimientos que obtienen los productores de la parroquia de Imabana – Zamora Chinchipe, lugar del estudio, son de 1 kg de fruta por planta, que es menor a la media, que está alrededor de 4 a 5 kg por planta. Este estudio tiene gran importancia ecológica debido a que Imabana es una zona productora de madera, y que, de alguna manera, se puede incentivar a las personas a ver el cultivo de mora como un sustento para sus familias y dejar la tala de árboles. Por otra parte, con el estudio se genera información de la mora para esa zona, la cual puede ser utilizada para trabajos de investigación a futuro.

Por ello el objetivo del presente estudio es evaluar la morfología, fisiología y parámetros de calidad de la mora de castilla bajo la aplicación de dos niveles de fertilización NPK con dos tipos de poda sobre el cultivo de mora establecido en la parroquia de Imabana – Zamora Chinchipe.

Los objetivos específicos son:

- Evaluar el comportamiento fisiológico del cultivo de mora después de la fertilización y la poda.
- Determinar el rendimiento y calidad de mora sometida a distintos niveles de fertilización NPK y dos sistemas de poda

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Origen y distribución de la mora

La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) fue clasificada por Hartw y descrita por Bentham (Jennings, 1988). El nombre científico se desprende de las palabras rubus (rubís: rojo), por el color de sus frutos en ciertas etapas fenológicas, y glaucus (glaucó: verde claro) por el color de sus tallos. Es originaria de las zonas tropicales altas de América, probablemente de las estribaciones de la cordillera de los Andes de Ecuador y Colombia, donde además se cultiva comercialmente. También se encuentra distribuida en las zonas altas de Panamá, el Salvador, Honduras, Guatemala, Costa Rica, México y Estados Unidos (Valverde *et al.*, 2016).

En Ecuador, existen más de 20 especies del género *Rubus*, y otras todavía no clasificadas, estimándose que la mayoría de plantas no identificadas, se encuentran en los Andes Ecuatorianos y Colombianos (SICA, 2003). En el país, se pueden encontrar especies silvestres y cultivadas, como: *Rubus floribundus* (mora silvestre), *Rubus glabratus* (mora de la virgen) y *Rubus adenotrichas* (mora silvestre), *Rubus roseus* (mora silvestre), *Rubus azuayensis*, *Rubus glaucus* (mora de Castilla), entre otras, distribuidas desde los 2200 hasta 4000 m.s.n.m. (Romoleroux, 1996).

2.2 Descripción taxonómica

La mora de castilla pertenece al reino vegetal, división Magnoliophyta, clase Magnoliopsida, subclase Arquiclamídea, orden Rosales, familia Rosaceae, género *Rubus*, especie *Rubus glaucus*, nombre científico *Rubus glaucus* Benth, nombre vulgar mora de castilla, zarzamora, zarza andina (Salinas, 2014).

En Ecuador, Garrido *et al.* (2008) analizaron la diversidad genética de 108 accesiones de mora cultivada y especies emparentadas, provenientes de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Loja, incluyendo muestras de accesiones colombianas conservadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), mediante el uso de marcadores moleculares, determinándose que en Ecuador se cultiva únicamente la especie *glaucus*.

2.3 Morfología

La mora de castilla es una planta perenne, de porte arbustivo, semierecto, de tallos rastreros o semierguidos que forman macollas (Bonnet, 2000). Los tallos de mora generalmente son espinosos, de origen trepador, verdoso con diámetros de 3 a 5 cm, y una longitud de 3 a 4 metros, se clasifican en primarios, secundarios y terciarios, siendo los primarios conocidos como tallos vegetativos, los secundarios como productivos y las ramas látigo que no producen fruto ya que tienden a crecer hacia el suelo, es aconsejable podarlas (Rubio, 2014).

Las hojas son compuestas, formadas por tres folíolos con borde aserrado, alternas, provistas de estípulas, que se sueldan en la base del pecíolo; son órganos de nutrición a través de los estomas. En estas se transforma agua y nutrientes en fotoasimilados, es decir, desarrolla la fotosíntesis, pues la cantidad de frutas están directamente ligadas a la cantidad de hojas que transformen el alimento (Cardona, 2017). La mora posee flores perfectas de numerosos pistilos y estambres, que se desarrollan principalmente en corimbos laterales y terminales, están formadas por cinco sépalos y cinco pétalos de color blanco, carpelos libres distintos y numerosos colocados sobre un eje, en forma cónica y reunidos con los estambres (Bonnet, 2000).

Los frutos de la mora están formados por muchas drupas con varias semillas, pueden ser de tamaño variado, se maduran de manera dispareja ya que la floración no es homogénea (Franco y Giraldo, 2009). Los frutos se forman en racimos grandes al final de las ramas secundarias y terciarias, son de tipo agregado, constituido de 70 a 100 drupas, que miden de 3-4 x 2-3 mm, adheridas al receptáculo floral común, que se desarrollan independientes; en cada drupa hay una semilla y cada fruto posee cerca de 100 semillas. Los frutos son de forma esférica, ovoide y elipsoidal, con sépalos recurvados. Por inflorescencia se forman 15 a 25 frutos, mismos que pueden medir de 1,50 a 2,50 cm de largo y de 1,50 a 2,00 cm de diámetro. Cuando maduran, tienen un color que va de rojo a púrpura o rojo oscuro, e incluso negro cuando están sobremaduros. La producción de frutos es continua, aunque se presentan épocas de mayor producción en intervalos de cinco a seis meses (Zambrano *et al.*, 2016).

La raíz de la mora es pivotante y alcanza unos 30 cm de profundidad, las raíces secundarias se distribuyen entre los primeros 10-20 cm (Valverde *et al.*, 2016).

2.4 Condiciones edafoclimáticas

La mora se desarrolla entre los 1 800 y 2 400 msnm; después de los 2 400 metros los rendimientos son menores, disminuyendo la calidad y tamaño de frutos. Necesita una humedad relativa de 70 a 80%, con temperaturas entre 11 a 18 °C, y precipitaciones de 1 500 a 2 500 mm anuales (Franco y Giraldo, 2009). Sin embargo Zambrano *et al.* (2016) mencionan que la mora se desarrolla entre los 2 500 y 3 000 msnm, en alturas superiores existe peligro de heladas y en alturas menores se presentan problemas severos de tipo sanitario como mildiu polvoso, mosca de la fruta y ácaros.

Sánchez *et al.* (2018), en su investigación muestra que para Ecuador, en alturas inferiores a 2 100 msnm, las plantas presentan resistencia a enfermedades, mientras que en alturas medias > a 2 100 y < 2 500 msnm se encontró frutos con mayor acidez y pisos superiores a 2 500 los días de floración a cosecha son mayor.

El suelo ideal es el de textura franca, rico en materia orgánica, que pueda retener humedad, pero que no se encharque. La mora crece en suelos ácidos con pH de 5,5 a 7,0, requiere suelos profundos, y es exigente de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. En suelos con pH superior a 7,5 se presentan problemas de disponibilidad de micronutrientes como hierro, zinc, manganeso y boro, con la consecuencia de reducción de eficiencia fisiológica de la planta. En pH < a 5,5 se incrementa la solubilidad de aluminio, afectando el desarrollo y producción de la planta. (Franco y Giraldo, 2009).

En Ecuador, la mora de castilla es cultivada principalmente en zonas de clima frío moderado en altitudes entre los 2 800 a 3 100msnm con temperaturas promedio de 14 °C, donde en determinadas épocas pueden presentarse heladas. Existen, además, otras zonas de expansión del cultivo como los valles subtropicales con temperaturas más altas y precipitaciones menores a los requerimientos del cultivo, pudiendo presentarse en ciertas épocas déficit hídrico, o en zonas de estribación con altas precipitaciones, donde se presentan dificultad de aireación en las raíces, lo que trae como consecuencia problemas de disponibilidad de nutrientes en las plantas por efecto de varios factores climáticos (Martínez *et al.*, 2013).

2.5 Fenología de *Rubus glaucus*

Fenología se refiere al estudio de las diferentes etapas del crecimiento y desarrollo de los órganos vegetativos y productivos de una planta (Martínez *et al.*, 2013).

En la Tabla 1 se muestran los distintos estados fenológicos de *R. glaucus* recogidos en estudios realizados por Valverde *et al.* (2016) en la Granja Experimental Píllaro-Ecuador con las siguientes condiciones ambientales: 2 769 m de altitud, 717,44 mm al año de precipitación, temperatura media anual 13,2 °C y 79 % de humedad relativa.

Tabla 1. Etapas fenológicas de *Rubus glaucus* Beth. (Valverde *et al.* 2016).

Estado	Descripción del estado fenológico	Foto	Duración de días
A1	Yema al inicio con mayor diámetro que longitud color café verde.- A una yema inicial (A1) le toma 6 semanas (42días) el llegar a la floración (B1).		45
A2	Yema hinchada con mayor longitud que diámetro color verde café.		
B1	Inicio de floración.- El estado de flor (B) dura pocos días, una flor en su inicio (B1) demora 2 semanas (14 días) en ser un fruto cuajado (D1).		
B2	Flor completamente abierta		4
C1	Caída de los primeros pétalos, inicio de polinización, estambres de color verde, los sépalos tienen forma erecta		
C2	Pétalos completamente caídos, polinización, pistilos son de color blanquecino y sus estambres de color café, sépalos pierden su erección y dan una		

	curvatura hacia su envés, son todavía de color verde.		
D1	Fruto fecundado; pistilos rojos, al interior se ve el fruto verde; mantiene los sépalos		77
E	Fruto en desarrollo de color rojo, mantiene sus sépalos		
F	Fruto maduro, alcanza una longitud de 19,9 mm y un diámetro de 1,9 a 2,2 mm de color negro rojizo.- A una flor en su etapa inicial (B1) le toma 17 semanas (119 días) en llegar a ser un fruto maduro (F).		
Total			126

Para la mora de castilla se reportan las primeras cosechas entre los 10 y 12 meses después del trasplante, luego se realizan cosechas semanales, ya que las flores necesitan 8 días para que formen frutos, mismos que tienen una longitud de 0,5 a 1 cm y, después de 14 días los frutos alcanzan una longitud entre 1 y 2 cm. Posteriormente, después de 21 días, inicia el cambio de coloración, el cual tarda generalmente una semana en cambiar de rojo a vino tinto oscuro, con un ligero incremento en el tamaño. Después de 9 días, algunos frutos alcanzan la madurez comercial con longitudes que oscilan entre 1,5 y 2,5 cm, mientras que después de 40 días, los frutos restantes continúan creciendo, hasta alcanzar longitudes de 2,5 a 3,5 cm (García y García, 2001).

2.6 Manejo del cultivo

2.6.1 Nutrición.

En general, entre el 75 y el 85 % de la planta de mora está compuesta por agua, el resto es materia seca. Dicho contenido varía en la parte de la planta (tallos, hojas, fruto). La mayor parte de la materia seca está formada por compuestos orgánicos como azúcares, almidón y celulosa; alrededor del 10 % consta de compuestos inorgánicos, en su mayoría son elementos nutritivos. Los

elementos como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre son absorbidos por la planta en cantidades relativamente grandes. El zinc, cobre, hierro, manganeso, boro y molibdeno se requieren en pequeñas cantidades. Además, el análisis del material vegetal (fruto) muestra que el sodio y el cloro no parecen ser esenciales para su funcionamiento (Zambrano *et al.*, 2016).

Franco y Giraldo (2009) muestran que la mora obtiene resultados positivos para el rendimiento mediante la aplicación de 120 Kg de Urea, 40 Kg de superfosfato triple y 120 Kg de cloruro de potasio, fraccionando la dosis en 4 aplicaciones.

La aplicación de NPK incrementa el rendimiento por hectárea aumentando el peso, las duras por baya, porcentaje de ácidos solubles y diámetro y longitud del fruto; es decir mejora la calidad de la polidrupa, según estudios realizados por Milošević *et al.* (2018).

2.6.1.1 Nitrógeno. La deficiencia disminuye el crecimiento, el follaje adquiere un color verde claro, comenzando por las hojas maduras; las hojas se tornan más pequeñas y la distancia entre nudos se acorta. El exceso hace que las hojas tomen un color verde oscuro con follaje succulento, que es fácilmente susceptible a las enfermedades e invasión de insectos, las plantas presentan susceptibilidad al estrés hídrico y afectan al rendimiento y calidad de la fruta (Zambrano *et al.*, 2016).

Cardona *et al.* (2017) manifiesta que “el nitrógeno no solo es uno de los constitutivos esenciales de moléculas necesarias para el crecimiento vegetativo, sino que además entra en la composición de la clorofila, de la cual depende la acumulación fotosintética y de diversas materias fitorreguladoras endógenas. El nitrógeno estimula el follaje y el crecimiento del tallo, intensifica el color verde, además constituye el 40 o 50% de la materia orgánica del protoplasma de las plantas”.

En cantidades adecuadas, el N permite desarrollar características óptimas de color, sabor, textura y calidad nutricional en la fruta. Al contrario, cuando el N es excesivo, causa una disminución indeseable en el contenido de antioxidantes, afectando el contenido de vitamina C y aminoácidos esenciales. Además, reduce la firmeza, afecta la epidermis y el color de la pulpa, su aroma, textura, tamaño y tiempo hasta la madurez del fruto (Ali, 2012).

2.6.1.2 Fósforo. La deficiencia ocasiona retraso de crecimiento, hojas y brotes pequeños. Las hojas viejas adquieren una tonalidad púrpura – rojiza asociada con acumulación de azúcares. El exceso aparece como deficiencia de micronutrientes ya sea con Fe o Zn, siendo los primeros elementos afectados. El alto contenido de P interfiere con el normal metabolismo de la planta. El contenido de P en las hojas mayor al 1 % generalmente se considera tóxico (Valverde *et al.*, 2016).

Aimar *et al.* (2012) manifiestan que “el P es esencial para el crecimiento de las plantas, no puede ser sustituido por ningún otro nutriente, la planta debe tener P para cumplir su ciclo normal de producción, ya que es indispensable para el crecimiento de las raíces, hojas, flores y frutos, aumenta la resistencia a heladas, sequías, desempeña un papel importante en el desarrollo del sistema radical, interviene en la formación del tejido leñoso y además en la fructificación, formación y maduración del fruto, esencial en la formación de semillas”.

2.6.1.3 Potasio. Al igual que el nitrógeno, la deficiencia de potasio se observa en las hojas jóvenes, producen retardo de crecimiento y tallos cortos, en estadios avanzados hay desecación de las ramas, clorosis y en algunos casos necrosis de los brotes y puntas de las hojas maduras, llegando a tener problemas en la buena y consistente formación de los frutos por mala translocación de fotosintatos a los frutos. El exceso de potasio se identifica con la deficiencia de Mg y Ca debido a desbalances (Valverde *et al.*, 2016).

La función básica del potasio es facilitar el rápido flujo de los productos de fotosíntesis dentro de la planta (floema), promoviendo de esta manera el almacenamiento de glucosa, oxígeno y energía en órganos como las semillas, los tubérculos y frutas. La investigación básica ha demostrado que la tasa de transporte de agua y nutrientes en el interior de tejidos conductores (xilema) se incrementa por efecto de un alto suplemento de potasio. Entre las funciones que se le atribuyen al elemento, está la de otorgar cierta tolerancia al estrés producido por cambios climáticos y condiciones desfavorables. Estimula la cantidad y extensión de la ramificación radical, además la elongación, la turgencia y la tasa de regeneración de la raíz (Monroy *et al.*, 2019).

Cardona (2017) menciona que “el potasio es a menudo descrito como el elemento de la calidad en la producción de los cultivos, debido a la mejor utilización del nitrógeno y el incremento en la producción de proteínas; en el mejor tamaño de los granos, semillas, frutas y tubérculos; a la mejor forma de las semillas y tubérculos; mayor contenido de jugo, incremento del contenido de vitamina

C, mejor color de frutas, uniformidad y maduración más rápida de frutas y otros cultivos, resistencia al daño físico en el transporte y almacenamiento”.

2.6.2 Respuesta fisiológica a macronutrientes.

Castaño *et al.* (2010) mencionan en los resultados de su investigación que las plantas sin aplicación de nitrógeno no presentaron crecimiento durante el experimento, contrario a lo reportado por Martínez (1995) quien afirma que en los primeros periodos de crecimiento de las plantas, la carencia de este elemento determina mayor elongación de tallos. Así, se presentó un bajo peso de materia seca por la falta de nitrógeno, lo que se explica por el papel determinante de este elemento en el crecimiento de las plantas y la formación de tejidos y, por ende, en el incremento de materia seca.

En otro estudio, la ausencia de fósforo indujo un decrecimiento en el contenido de magnesio, lo cual se explica por la necesidad que tiene el magnesio de que en el medio exista el fósforo para una buena asimilación por la planta (Havlin *et al.*, 2016).

Estudios anteriores demostraron que el contenido de nutrientes en la planta y la relación entre dos o más nutrientes podría afectar el crecimiento y el estado fisiológico de la fruta (Díaz, 2017). Por ejemplo, la fertilización de nitrógeno ha sido identificada como un factor limitante para la calidad postcosecha en los cultivos de drupas, y Monroy *et al.* (2019) demuestran que, a dosis bajas de N y dosis altas de K y Ca, las bayas presentan mayor firmeza; por otro lado dosis más bajas de N condujeron a color de bayas más intensos. En cuanto al peso, dosis más altas de N y dosis medias de P, K y Ca mostraron el peso del fruto más alto.

2.6.3 Podas.

Casierra-Psada *et al.* (2012) mencionan que las actividades de poda están orientadas a formar plantas para facilitar actividades agronómicas, mejorar la entrada de luz, regular los periodos de producción, mejorar la calidad poscosecha de los frutos, establecer el equilibrio fisiológico entre el crecimiento vegetativo y generativo, disminuir el número de ramas enfermas o no deseables, y dejar un número adecuado de frutos en cada rama, con el fin de evitar fracturas por exceso de peso.

Las podas en la mora es quizá una de las prácticas más importantes dentro del manejo, ya que no solo permite la formación de la planta, sino que además estimula el crecimiento de brotes nuevos, haciendo cosechas más prolongadas y abundantes, y contribuye a la disminución de plagas y

enfermedades, manteniendo una aireación e ingreso de la luz que favorece a la maduración adecuada de sus frutos. En definitiva, la poda facilita el manejo integral del cultivo como aplicación de fertilizantes, abono, control de malezas, controles fitosanitarios y tutoreo, permitiendo que estas prácticas sean eficientes (Martínez *et al.*, 2013).

El rendimiento de las moras depende, en parte, del número de yemas en las ramas de producción (floricanes) después de la poda. La reducción del número de floricanes o la reducción de las ramas laterales en la poda de verano o de invierno generalmente disminuirá los rendimientos pero a menudo mejoran la calidad de la fruta en frambuesas y moras (Takeda, 2002).

Oliveira *et al.* (2004) mencionan que un retraso de poda a nivel del suelo puede ocasionar disminución en el rendimiento de la fruta en un 50% durante el período de otoño a invierno.

Takeda (2002) menciona que dejando una planta con 12 ramas laterales, disminuyó la aparición de yemas axilares primarias y secundarias en comparación con tres ramas laterales y como resultado, el número de racimos por ramal lateral disminuyó a medida que aumentaba el número de ramas laterales.

2.6.3.1 Poda de formación. Esta poda tiene como función formar la planta; se realiza eliminando todos los tallos y ramas secas, torcidas y cruzadas, y también los chupones; además transcurridos los 45 a 60 días después de la siembra, se observa la brotación de tallos provenientes de yemas que están debajo del suelo, de estos tallos el podador debe seleccionar entre 6 y 8 tallos, que serán los que van a conformar la unidad productiva (Franco y Giraldo, 2009). La poda de formación se inicia aproximadamente luego de los dos primeros meses de realizada la plantación (cuando la planta alcanza una longitud superior a los 25 cm) hasta el año aproximadamente en el que la planta comienza su etapa productiva (Zambrano *et al.*, 2016).

2.6.3.2 Poda de renovación. Esta puede ser total o parcial. La poda de renovación total se lleva a cabo cuando se han presentado daños severos, baja productividad o envejecimiento de la planta. Los tallos se cortan a una altura máxima de 10 cm del suelo, el corte se debe hacer en bisel (Zambrano *et al.*, 2016).

2.6.3.3 Poda de producción. Zambrano *et al.* (2016) mencionan que la poda de producción se inicia con el despunte de las ramas principales o basales, esta actividad estimula la brotación de ramas secundarias donde se encuentran las yemas florales o de producción, es importante que la altura a la que hagamos el despunte se relacione con la labor de cosecha que permita recolectar los frutos sin mayor esfuerzo, a una altura promedio de 1,80 m.

2.6.3.4 Poda de mantenimiento. Se lleva a cabo eliminando las ramas secas improductivas, torcidas, quebradas, dejando tan solo las nuevas, las cuales se distribuyen uniformemente para la recepción de la luz solar; esto también facilita la recolección y el control de plagas y enfermedades (Franco y Giraldo, 2009).

2.6.3.5 Poda fitosanitaria. Su objetivo es promover la producción de nuevas ramas fructíferas y hacer sanidad en el cultivo. Consiste en el corte permanente de todos aquellos tallos y ramas que produjeron frutas, eliminación de ramas látigo, enfermas, secas y despunte de ramas vegetativas para estimular la brotación de ramas secundarias o terciarias. Esta poda se debe hacer cada 20 o 30 días si se quiere tener un cultivo tecnificado y de alta producción, además esta frecuencia de poda permite que el material cortado sea poco y la labor sea rápida en la plantación. La parte basal de la planta se debe mantener libre de hojas como mínimo hasta 40 o 50 centímetros con el fin de favorecer la aireación, entrada de luz y crecimiento de los brotes de reemplazo (Jácome, 2010).

2.7 Parámetros de calidad de la mora

La calidad de las frutas es un parámetro importante para su comercialización. Un conjunto de propiedades biológicas, físicas y químicas determinan el grado de adecuación de la fruta a los requerimientos sanitarios, nutricionales y sensoriales que deben ser satisfechos para el consumo humano directo, su preparación culinaria o su beneficio y transformación industrial (Reina *et al.*, 1998). Por ello, la mora se caracteriza por ser un fruto no climatérico de vida útil muy corta, estructura morfológica frágil, alto contenido de compuestos orgánicos, es una fruta que enfrenta continuos cambios fisicoquímicos y de firmeza que afectan su aceptabilidad, calidad y tiempo de permanencia en anaquel (Ayala *et al.*, 2013).

De acuerdo con la Norma INEN 2427 (2016), la calidad de la fruta en condición fresca ya condicionada para su comercialización nacional, toma como referencia requisitos específicos en

torno a parámetros físicos y químicos como sólidos solubles, acidez titulable, firmeza, calibre, índice de madurez.

El manejo y la nutrición ayudan a que las frutas tengan mejor calidad y sean aceptables en el mercado. Por ello se ha evidenciado que un exceso de fertilización nitrogenada hace a los frutos más sensibles a alteraciones fisiológicas. A mayor contenido de nitrógeno en el fruto, mayor es la intensidad respiratoria del mismo y a mayor intensidad respiratoria, menor es la capacidad de conservación del fruto. Por otro lado el potasio ayuda a la conservación y aumenta la resistencia de enfermedades fúngicas (Reina *et al.*, 1998). El fósforo, por su baja concentración en la solución del suelo, está poco disponible para las plantas, reduciendo la tasa fotosintética y la concentración de carbono intercelular, lo que influye en la calidad final de la fruta (Orrala *et al.*, 2018).

Por otra parte, los diferentes tipos de poda realizados en diferentes cultivos, muestran diferencias en cuanto a la cantidad de sólidos solubles, acidez titulable, madurez y pH. Así, Walteros *et al.*, (2013), afirman que hay que tener cuidado en el momento de seleccionar el tipo de poda a llevar a cabo cuando se habla de sistemas de podas. Es así, como realizar podas cortas, con baja cantidad de yemas, implicaría una disminución en la producción con un consecuente aumento del diámetro de los brotes y un incremento generalizado del vigor, situación que podría acentuarse aún más con el aborto de racimos.

Además, Pszczółkowski y Bordeu (1984) en su estudio realizado en frutos de *Vitis vinifera* L. Var. Sauvignon blanc, mencionan que un poda dirigida a aumentar la carga de yemas en las ramas está asociada a un mayor vigor, esto ocasiona un incremento en el ácido málico, potasio, y pH de las bayas, al igual que una disminución del color y sólidos solubles (°Brix), reduciendo significativamente la calidad del vino.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del lugar de estudio

La presente proyecto se desarrolló en el barrio La Unión de la parroquia La Victoria de Imbana perteneciente al cantón Zamora, provincia de Zamora Chinchipe (Figura 1). Geográficamente, se encuentra ubicado a $3^{\circ} 49' 14,831''$ latitud Sur y $79^{\circ} 8' 0,883''$ longitud Oeste, a una altitud de 2312 msnm. El lugar cuenta con un clima variado desde templado cálido hasta tropical húmedo ecuatorial, con temperaturas de 9 a 25 °C, precipitaciones de 1 000 - 3 000 mm/año y humedad relativa de 65 al 85 %. El suelo cuenta con textura media, generalmente son suelos ácidos con gran capacidad de drenaje y de una profundidad media, de baja fertilidad (León *et al.*, 2014).

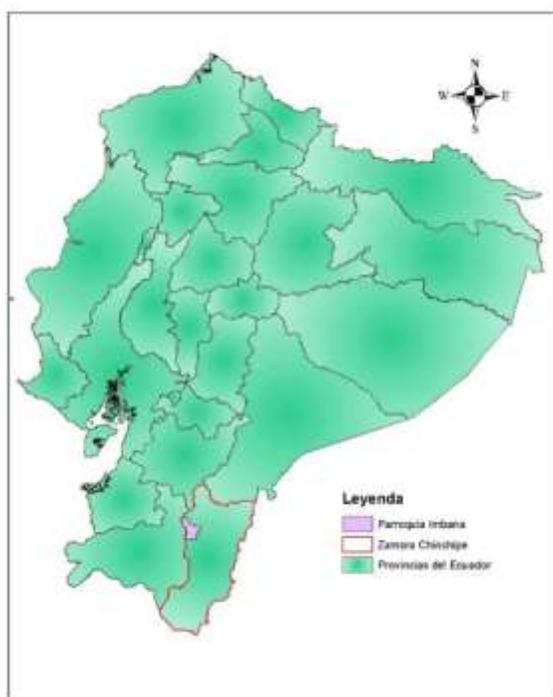


Figura 1. Localización del sector donde se realizó el estudio

3.2 Tratamientos y Diseño experimental

El ensayo se llevó a cabo con la selección de 36 plantas homogéneas en edad y porte, a partir de una plantación de 72 plantas de mora. Se realizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 3x3, con 9 tratamientos, incluyendo el testigo, y 4 repeticiones (Tabla 2). Cada tratamiento está formado por 2, la primera son 3 niveles de fertilización, y la segunda son 3 niveles de poda (Tabla 3).

Tabla 2. Características sobre el ensayo que se estableció en el barrio La Unión de la parroquia La Victoria de Imbana – Zamora Chinchipe

Número de tratamientos	9
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales totales	36
Número de plantas por unidad experimental	1

Tabla 3. Tratamientos que se aplicaron en el ensayo

Niveles de fertilización	Niveles de poda	Tratamientos
F1: 0%	SP	T1: SPF1 T2: SPF2 T3: SPF3
F2: 100%	P1: 6 tallos	T4: P1F1 T5: P1F2 T6: P1F3
F3: 200%	P2: 8 tallos	T7: P2F1 T8: P2F2 T9: P2F3
Leyenda: SP (sin poda), P1 (poda 1), P2 (poda 2), F1, F2 y F3 (niveles de fertilización)		

3.2.1 Modelo matemático del diseño experimental.

La fórmula para el diseño que se tomó en cuenta es:

$$Y_{ijk} = u + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = respuesta de los factores A y B

u = media general de las observaciones

A_i = efecto del factor A

B_j = efecto del factor B

$(AB)_{ij}$ = efecto de la interacción de los factores A y B

E_{ijk} = error de las observaciones

3.3 Metodología general

3.3.1 Análisis de suelo.

Al inicio del ensayo se realizó un análisis de suelo, para lo cual se siguió la metodología para muestrear el suelo de Zambrano *et al.* (2016) que consiste en: con ayuda de una pala, se tomaron submuestras al azar por toda la superficie a una profundidad de 30 cm hasta conseguir 1 kg de suelo. Se mezclaron las submuestras en un balde y se colocaron en una funda para enviar al laboratorio y realizar los análisis de pH, materia orgánica, macronutrientes N, P y K y micronutrientes principales como B, Zn, S y Mg.

3.3.2 Aplicación de fertilizantes.

Para la aplicación de fertilizante se realizaron hoyos en forma de media luna alrededor de la planta a manera de una cruz, se colocó el producto y se tapó con suelo. La fertilización se dividió en cinco aplicaciones: la primera aplicación se realizó al inicio del ensayo para corregir pH; la segunda aplicación fue a los 15 días con una fertilización base, considerando los macronutrientes, es decir, se incluyó la primera dosis de NPK; las siguientes fertilizaciones se realizaron cada 30 días considerando solo los macronutrientes evaluados en este ensayo. Los fertilizantes aplicados fueron cuatro (Anexo 6) y las dosis se calcularon mediante fórmulas (Anexo 3) para una corrección de nutrientes en el suelo, tomando en cuenta los análisis del suelo. Se identificó el mayor rendimiento de mora en nuestro país, que es de 15 tn ha⁻¹ y se igualaron las dosis de mantenimiento para las 36 plantas evaluadas. Las dosis para el mantenimiento del cultivo de mora se obtuvieron de investigación de INIAP en 2016 (Anexo 2).

3.4 Metodología para primer objetivo

“Evaluar la respuesta fisiológica del cultivo de mora después de la poda”.

Para dar sustento a dicho objetivo se realizaron las evaluaciones de variables dependientes en dos brotes productivos identificados y señalados en cada unidad experimental al inicio del ensayo, dando un total de 72 brotes productivos evaluados. Las variables medidas fueron:

a. Diámetro basal del brote y diámetro del pedúnculo o raquis de la inflorescencia

En estas dos variables las mediciones se realizaron con ayuda de un calibrador. La primera variable se midió en la base del brote y la segunda variable en la parte media del pedúnculo de la inflorescencia. La frecuencia de medición fue una vez cada 7 días y los datos obtenidos estuvieron en milímetros.

b. Número de flores

Se realizó la contabilización de las flores en cada inflorescencia de los brotes productivos seleccionados por unidad experimental. La frecuencia de conteo fue cada 7 días hasta que cuajara.

c. Número de frutos

Se realizó el conteo cada 7 días de los frutos cuajados y los que llegaban a cosecha en cada brote productivo (NTC 4106, 1997).

d. Porcentaje de cuaja

Este parámetro corresponde al porcentaje de flores que se transforman en fruto, y se determinó como el número de frutos totales en relación con el número de flores abiertas, se tomaron datos en toda la etapa de floración hasta la etapa de cuaja, con una frecuencia de toma cada 7 días. Se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de cuaja} = \frac{\text{Número de frutos totales}}{\text{Número de flores totales}} * 100$$

e. Largo del brote

Tomando en cuenta lo descrito por Franco y Giraldo (2009), que las ramas productivas se las identifica por tener crecimiento vertical y su punta o terminación tiene hojas abiertas, a diferencia de las ramas vegetativas que las hojas terminales son cerradas. Se midió semanalmente con un calibrador la base del tallo.

f. Tasa de crecimiento absoluto (TCA)

Se define por el aumento del peso en gramos durante un período infinitamente pequeño (t) (Lallana y Lallana, 2001):

$$TAC(g/día) = \frac{W2 - W1}{T2 - T1}$$

Donde:

W1= peso inicial

W2= peso final

T1= tiempo inicial

T2= tiempo final

(En este ensayo se calculó crecimiento de largo de brote en cm)

g. Tasa relativa de crecimiento (TRC)

Corresponde al incremento de longitud por unidad de tamaño y por unidad de tiempo, se usó la siguiente fórmula (Lallana y Lallana, 2004):

$$TRC(g/(g\ día^{-1})) = \frac{1}{w2} * TAC$$

3.5 Metodología para el segundo objetivo

“Evaluar el rendimiento y calidad de mora sometida a distintos niveles de fertilización NPK y dos sistemas de poda”

a. Número de frutos cosechados

Se realizó la cuantificación de frutos por unidad experimental, es decir de toda la planta. Este conteo se realizó una sola vez, cuando el cultivo estuvo en su pico de producción.

b. Peso promedio de los frutos

Se realizó la recolección de 10 frutos maduros por tratamiento y se pesaron en una balanza digital, se hizo un promedio y los valores son expresados en gramos.

c. Diámetro polar y ecuatorial del fruto

Para esta variable, se realizó la medición con un calibrador en la parte ecuatorial y polar de cinco frutos por brote productivo seleccionado. En base a la Norma Técnica de Colombia NTC 4106 (1997) y la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2427, (2016), los datos fueron tomados en la etapa F (Tabla 1) donde el fruto está listo para la cosecha. Solo se realizó una medición.

d. Carga frutal

Utilizando una balanza analítica se pesaron los frutos cosechados de dos ramas productivas por unidad experimental, llevando estos valores a rendimiento por planta (NTC 4106, 1997). La cosecha de la fruta se realizó cuando esta se encontrara en la etapa F (Tabla 1).

e. Sólidos solubles

Se recolectaron cinco frutos maduros por tratamiento, se maceraron en un mortero y se filtraron en gasa para obtener el jugo. Se añadió una gota de jugo en el refractómetro digital y se leyeron los grados Brix (AOAC, 2019).

f. Acidez del fruto

Los ácidos orgánicos (cítrico, málico, oxálico, tartárico) y los grados Brix son los componentes más importantes del sabor. Los ácidos tienden a disminuir a medida que el fruto madura por lo que la relación con los sólidos solubles tiende a aumentar. La acidez titulable es la forma de expresar la acidez (Zambrano *et al.*, 2016). Para ello se utilizó la pulpa de los cinco frutos macerados, se pesó 30 g de pulpa y se diluyó en 200 ml de agua destilada, se tomó una alícuota de 20 ml y se tituló con NaOH 0,1 N hasta el pH de 8,2 que es el punto de viraje del indicador fenolftaleína. Se registró la lectura del gasto y se calculó mediante la fórmula, según lo descrito por la AOAC (2019).

$$\% \text{ Ác. Cítrico} = \frac{V_{NaOH} * N * Meq * V_t}{P_m * V_a} * 100$$

Donde:

V NaOH = Volumen de hidróxido de sodio consumido en la titulación (ml)

N = Normalidad de hidróxido de sodio (1 N)

Meq = miliequivalentes de ácido cítrico (0,064)

V_t = Volumen final (ml)

P_m = Peso de la muestra

V_a = Volumen de la alícuota (ml)

g. Índice de madurez

Es un factor determinante en la comercialización de la mora ya que es una fruta muy perecible y su vida es muy reducida, entre 3 y 5 días con 90-95 % HR y 0 - 1 °C, debido a que tiene una fermentación acelerada (Galvis y Herrera, 1995). Para este parámetro se empleó la siguiente fórmula:

$$IM = \frac{\text{Sólidos solubles totales (° Brix)}}{\text{Acidez total titulable}}$$

h. pH

Se midió utilizando el potenciómetro de forma directa en el jugo de cuatro frutos de cada unidad experimental.

i. Materia seca

Se pesó 250 g de mora macerada por tratamiento. Posteriormente, en una estufa a 105 °C se secó, durante una noche. El valor de materia seca se estimó mediante la diferencia entre cantidad de material residual después de eliminar la humedad con respecto al peso inicial, como se indica en la ecuación:

$$\% MS = \frac{\text{Peso de la muestra seca}}{\text{peso muestra antes del secado}} \times 100$$

j. Cenizas

Con la muestra para materia se seca, se volvió a incinerar a una temperatura de 600 °C hasta obtener una muestra blanca grisácea, para quemar todo el material orgánico. Se utilizó la siguiente fórmula para determinar el % de ceniza de cada tratamiento:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{peso de crisol muestra} - \text{peso crisol cenizas}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

k. Proteína Cruda:

El cálculo de proteína se realizó en cuatro pasos: digestión, destilación, valoración y blanco. Para digestión se colocaron 5 gramos de muestra con una precisión de ± 1 mg y, en el tubo Kjeldahl de 500 ml, se agregó catalizador y 10 ml H₂SO₄ concentrado. La destilación se efectuó en un matraz Erlenmeyer con 25-50 ml de H₃BO₃ al 4 % y gotas de indicador Mortimer (color rojo): cuando el

indicador viró a azul empezó a destilarse el NH_3 por arrastre en corriente de vapor. Se continuó destilando hasta llegar a aproximadamente 200 mL en el matraz Erlenmeyer colector, siendo los primeros 150 mL quienes contenían generalmente la totalidad del NH_3 . Se evaluó lo destilado en una solución de H_2SO_4 0,1 N hasta el viraje del indicador, mientras que para el blanco se realizó un blanco de reactivos sin colocar muestra.

Los cálculos se realizaron de acuerdo a la ecuación a continuación:

$$\text{Proteína total \%} = (V_{\text{Muestra}} - V_{\text{Blanco}}) \times N_{\text{Acido}} \times 1.4 \times F/G_{\text{Muestra}}$$

Siendo,

V_{Muestra} : mL de ácido gastados en la valoración de la muestra

V_{Blanco} : ml de ácido gastados en la valoración del blanco

N_{Acido} : normalidad del ácido sulfúrico (1 N)

0.014: peso del meq de nitrógeno, en g

F: factor de conversión de nitrógeno a proteína (6.25),

G_{muestra} : peso en g de la muestra macerada

3.6 Análisis de datos

Con los datos obtenidos en las mediciones se efectuaron análisis de varianza (ANOVA) para determinar la presencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Para determinar cuál es el mejor tratamiento, se utilizó la prueba de comparación de DGC ($P \leq 0,05$). Con la finalidad de evaluar una posible correlación entre variables, se realizó la prueba de Correlaciones de Pearson (5%). Los datos se analizaron con el programa estadístico R versión 3.6.0.

4. RESULTADOS

4.1 Variables fisiológicas

- **Diámetro basal de brote y diámetro del raquis de la inflorescencia**

En la Tabla 4, se muestran los resultados obtenidos en el diámetro basal del brote de mora entre los 12 y los 65 días luego de la aplicación nutricional. Estos, indican que los tratamientos mostraron diferencias significativas (p-valor: 0.05) a los 56 días tras la aplicación, siendo el tratamiento 5 (6 tallos y fertilización 100%) con el que se obtuvo el mayor diámetro.

Tabla 4. Diámetro basal del brote de mora desde los 12 a los 65 días después de la aplicación del nutriente (DDA) para cada tratamiento.

Tratamientos	12 DDA	28 DDA	35 DDA	41 DDA	48 DD A	56 DDA	65 DDA
mm							
T1: SP:SF	3,06	3,31	3,49	3,72	3,97	4,04 b	4,41
T2: SP:100%	3,49	3,82	4,06	4,20	4,35	4,55 b	4,96
T3: SP: 200%	3,37	3,60	3,88	4,14	4,35	4,63 b	5,15
T4: 6T:SF	3,38	3,66	3,87	4,16	4,49	5,11 b	5,20
T5: 6T:100%	3,84	4,15	4,40	4,72	4,96	5,20 a	5,57
T6: 6T:200%	3,03	3,35	3,54	3,78	3,94	4,18 b	4,61
T7: 8T:SF	3,22	3,31	3,57	3,89	4,20	4,49 b	5,21
T8: 8T:100%	3,89	4,13	4,25	4,42	4,62	4,75 b	5,18
T9: 8T:200%	3,19	3,55	3,72	3,81	4,21	4,38 b	4,72
Tratamientos	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	*	n.s

*Los valores son medias de cuatro repeticiones. n.s efecto no significativo entre los tratamientos; * efecto significativo entre los tratamientos (p<0,05).*

Los resultados con menor valor para el diámetro basal del brote en mora se observaron en el tratamiento 1 (sin poda y sin fertilización), con una media de 3,97 mm a los 48 DDA y 4,04 mm a los 56 DDA, pero sin diferencia significativa respecto al resto de tratamientos.

En la Tabla 5 se pueden observar los resultados para el diámetro del raquis: no se encontraron diferencias estadísticas significativas para la interacción; sin embargo, se puede observar una

diferencia de medias alta para los días 28 DDA en el tratamiento 7 (8 tallos y sin fertilización) con una media de 0,99 mm a diferencia del tratamiento 5 (6 tallos y fertilización 100%) que presenta una media de 1,67 mm, siendo este último valor el menor a diferencia de los demás tratamientos.

Lo que se destaca en el análisis es una diferencia significativa para el factor poda con un p valor de 0,0245 para los 56 DDA, donde los 8 tallos dan un diámetro de raquis significativamente menor al resto de tratamientos (Figura 2).

Tabla 5. Diámetro del raquis o pedúnculo de la inflorescencia de mora desde los 12 a los 65 días después de la aplicación del nutriente (DDA) para cada tratamiento.

Tratamientos	28 DDA	35 DDA	41 DDA	48 DD A	56 DDA	65 DDA
mm						
T1: SP:SF	1,18	1,61	1,62	1,75	1,87	1,94
T2: SP:100%	1,18	1,71	1,80	1,87	1,95	2,02
T3: SP: 200%	1,11	1,62	1,74	1,80	1,92	2,01
T4: 6T:SF	1,55	1,66	1,77	1,89	2,17	1,99
T5: 6T:100%	1,67	1,77	1,85	1,93	2,03	2,08
T6: 6T:200%	1,11	1,55	1,65	1,75	1,85	1,98
T7: 8T:SF	0,99	1,58	1,65	1,70	1,78	2,04
T8: 8T:100%	1,57	1,66	1,75	1,84	1,95	2,04
T9: 8T:200%	1,30	1,43	1,51	1,59	1,67	1,73
Tratamientos	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

*Los valores son medias de cuatro repeticiones. n.s efecto no significativo entre los tratamientos; * efecto significativo entre los tratamientos ($p < 0,05$).*

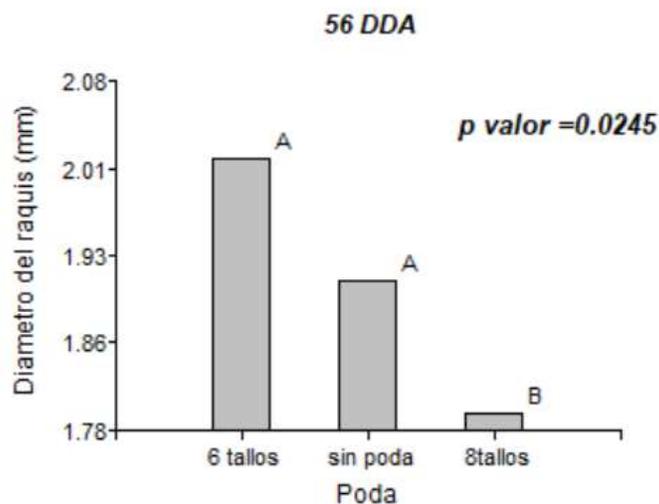


Figura 2. Diámetro del raquis o pedúnculo de la inflorescencia en el brote reproductivo de mora a los 56 días después de la aplicación del nutriente (DDA).

- **Diámetro polar**

Los diámetros polar y ecuatorial no mostraron diferencias significativas para la interacción poda-fertilización. En la Tabla 6 se muestran los resultados para cada tratamiento y se puede apreciar cierta diferencia entre el tratamiento 5 (6 tallos y fertilización 100%) que muestra medias para el diámetro polar y ecuatorial de 19,05 mm y 17,54 mm respectivamente; a diferencia del tratamiento 8 (8 tallos y fertilización 200%) que muestra los valores más altos con medias de 20,54 mm para el diámetro polar y 19,27 mm para el diámetro ecuatorial.

Tabla 6. Diámetro polar y ecuatorial de los frutos de mora para cada tratamiento en una sola cosecha.

Tratamiento	Diámetro polar	Diámetro ecuatorial
T1: SP:SF	19,16	18,06 a
T2: SP:100%	19,64	18,96
T3: SP: 200%	19,63	18,59
T4: 6T:SF	20,03	18,25
T5: 6T:100%	19,05	17,54
T6: 6T:200%	19,59	17,75
T7: 8T:SF	19,93	17,53

T8: 8T:100%	20,49	17,84
T9: 8T:200%	20,54	19,27
Tratamientos	n.s	n.s

* Los valores son medias de cuatro repeticiones. n.s efecto no significativo entre los tratamientos; * efecto significativo entre los tratamientos ($p < 0,05$).

Se realizó una regresión lineal para estimar el peso del fruto con respecto a los dos diámetros. En los resultados obtenidos el que mejor se ajustó fue el diámetro polar como se muestra en la Figura 3.

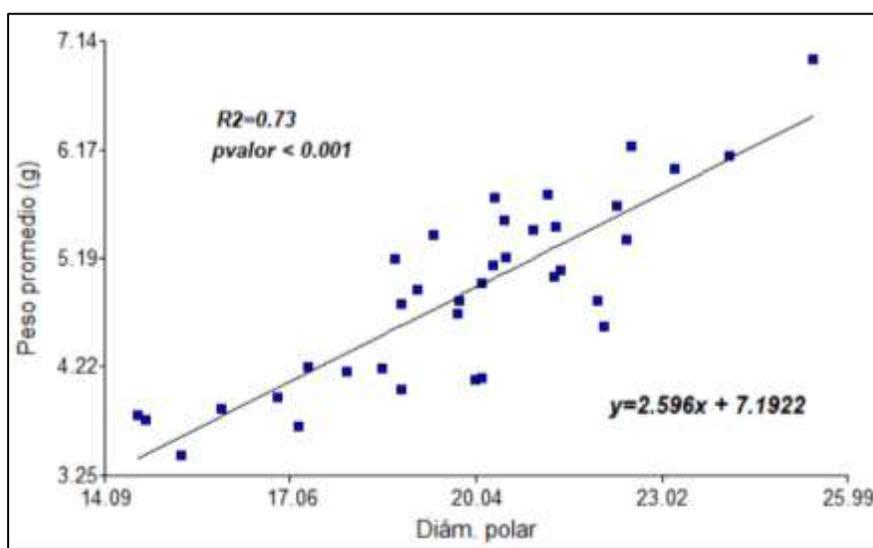


Figura 3. Análisis de regresión para el peso promedio del fruto en función de su diámetro polar.

- **Largo del brote**

Los resultados de los análisis del largo del brote en diferentes días de evaluación muestran diferencias significativas a los 41 días después de la aplicación del nutriente con un p valor de 0,04. En la Tabla 7 se observa que el tratamiento 9 (8 tallos y 200%) dio un largo del brote significativamente mayor (15,70 cm) al del tratamiento 3 (sin poda y fertilización 200%, 10,83 cm).

Tabla 7. Largo del brote en plantas de mora de castilla bajo interacción de poda y fertilización desde los 35 hasta 65 días después de la aplicación de fertilizantes (DDA).

Tratamientos	35 DDA	41 DDA	48 DD A	56 DDA	65 DDA
cm					
T1: SP:SF	8,00	11,73 ab	14,38	16,80	18,55
T2: SP:100%	9,33	12,83 ab	14,80	17,43	18,75
T3: SP: 200%	7,88	10,83 b	15,05	16,78	16,40
T4: 6T:SF	9,25	11,25 ab	13,10	14,43	16,33
T5: 6T:100%	9,83	13,40 ab	16,35	18,13	19,78
T6: 6T:200%	8,50	10,98 ab	13,43	16,30	17,55
T7: 8T:SF	8,90	12,25 ab	14,58	18,18	19,40
T8: 8T:100%	9,25	13,18 ab	16,25	18,70	19,85
T9: 8T:200%	10,25	15,70 a	17,10	20,58	22,05
Tratamientos	n.s	*	n.s	n.s	n.s

*Los valores son medias de cuatro repeticiones. n.s efecto no significativo entre los tratamientos; * efecto significativo entre los tratamientos ($p < 0,05$).*

- **Tasa de crecimiento absoluto y crecimiento relativo del brote**

En la Tabla 8 se muestran los resultados para la tasa de crecimiento absoluta del brote. Se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (p -valor = 0.05) a los 56 días después de la aplicación de los tratamientos, siendo los mejores tratamientos 6 (6 tallos y fertilización 200%) y 7 (8 tallos y sin fertilización), con medias de 0.191 cm/día y 0.240 cm/día, respectivamente. El tratamiento 4 (6 tallos y sin fertilización) cuenta con el menor valor, cuya media es 0,088 cm/día.

Tabla 8. Tasa de crecimiento absoluto para largo del brote en mora para cada tratamiento, desde los 41 hasta 65 días después de la aplicación de fertilizantes (DDA).

Tratamientos	41 DDA	48 DDA	56 DDA	65 DDA
cm				
T1: SP:SF	0,62	0,38	0,161 b	0,19
T2: SP:100%	0,58	0,28	0,175 b	0,15

T3: SP: 200%	0,44	0,36	0,115 b	0,15
T4: 6T:SF	0,33	0,26	0,088 b	0,21
T5: 6T:100%	0,60	0,42	0,138 b	0,15
T6: 6T:200%	0,41	0,35	0,191 a	0,14
T7: 8T:SF	0,56	0,33	0,240 a	0,14
T8: 8T:100%	0,65	0,44	0,163 b	0,13
T9: 8T:200%	0,91	0,21	0,116 b	0,16
Tratamientos	n.s	n.s	*	n.s

Los valores son medias de cuatro repeticiones. n.s efecto no significativo entre los tratamientos; * efecto significativo entre los tratamientos ($p < 0,05$).

Para la tasa de crecimiento relativo, al igual que la TCA, en la Tabla 9 se muestran diferencias significativas para los mismos tratamientos, es decir que el tratamiento 6 cuenta con una media de $0,0115 \text{ cm/cm} \cdot \text{día}^{-1}$ y el tratamiento 7 con una media de $0,133 \text{ cm/cm} \cdot \text{día}^{-1}$.

Tabla 9. Tasa de crecimiento relativo para largo del brote en mora para cada tratamiento, desde los 41 hasta 65 días después de la aplicación de fertilizantes (DDA).

Tratamientos	41 DDA	48 DDA	cm	
			56 DDA	65 DDA
T1: SP:SF	0,0517	0,025	0,0095 b	0,010
T2: SP:100%	0,0461	0,018	0,0100 b	0,007
T3: SP: 200%	0,0411	0,023	0,0071 b	0,009
T4: 6T:SF	0,0304	0,020	0,0061 b	0,012
T5: 6T:100%	0,0449	0,025	0,0074 b	0,007
T6: 6T:200%	0,0356	0,027	0,0115 a	0,008
T7: 8T:SF	0,0442	0,022	0,0133 a	0,007
T8: 8T:100%	0,0471	0,027	0,0085 b	0,006
T9: 8T:200%	0,0566	0,012	0,0057 b	0,008
Tratamientos	n.s	n.s	*	n.s

Los valores son medias de cuatro repeticiones. n.s efecto no significativo entre los tratamientos; * efecto significativo entre los tratamientos ($p < 0,05$).

- **Incremento del largo del brote**

El análisis del incremento del largo de brote en mora de castilla no muestra diferencias significativas, sin embargo en la Figura 4 se observa que el tratamiento 9 tuvo un incremento de crecimiento mayor a los 41 días después de la aplicación del nutriente (DDA) en comparación con los demás tratamientos con una media de 5,45 cm. Así mismo, se observa un incremento mayor para los 56 DDA en el tratamiento 7 con una media de 3,60 cm.

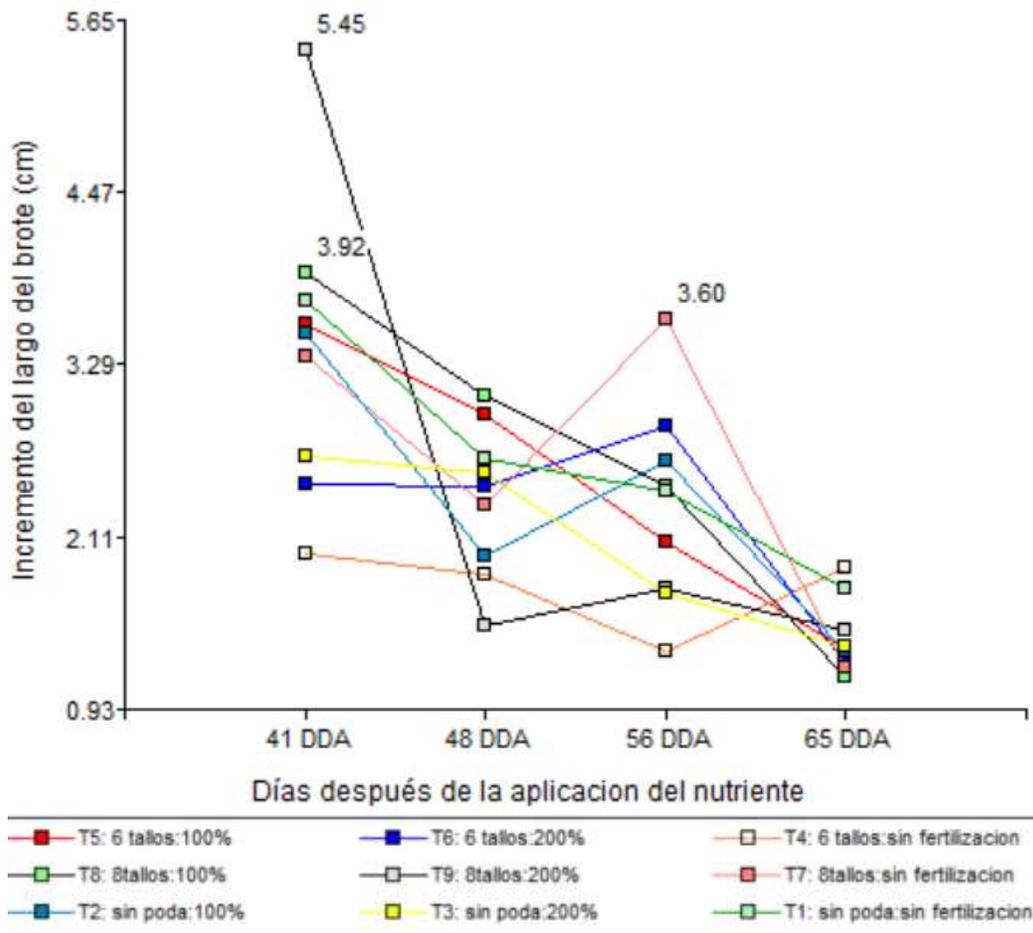


Figura 4. Incremento del largo del brote para la mora de castilla desde los 41 hasta los 65 días después de la aplicación del nutriente. De acuerdo a la prueba DGC no se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$).

4.2 Variables de productividad

En los resultados para las variables productivas no se encontraron diferencias significativas, pero sí se puede observar en la Tabla 10 que el tratamiento 4 (6 tallos y sin fertilización) presenta un

mayor número de inflorescencia por racimo a diferencia del tratamiento 9 (8 tallos y fertilización 200%) que presenta el menor número de inflorescencia con medias de 11,75 y 5,00 inflorescencias/racimo, respectivamente. De igual manera ocurre con el parámetro porcentaje de cuaja, donde se puede observar diferencia para el tratamiento 1 (sin poda y sin fertilización) que tiene un 96,10 % a diferencia del tratamiento 4 (6 tallos y sin fertilización) que tiene un 62,50 %, siendo este último el menor valor para dicho parámetro. En el número de frutos por planta también se observa cierta diferencia para el tratamiento 7 (8 tallos y sin fertilización) que presenta el menor valor que es de 68,75 frutos/planta, a diferencia del tratamiento 3 (sin poda y fertilización 200%) que presenta 96,25 frutos/planta.

Tabla 10. Variables productivas en plantas de mora de castilla sometidas a una interacción de fertilización al 100 y 200% con una poda de 6 y 8 tallos.

Tratamiento	N° flores/ brote productivo	N° Frutos/planta	Peso promedio del fruto (g)	% de Cuaja
T1: SP:SF	8,50	74,00	4,63	96,10
T2: SP:100%	8,25	76,50	4,75	88,70
T3: SP: 200%	7,50	96,25	5,22	82,33
T4: 6T:SF	11,75	86,00	5,21	62,50
T5: 6T:100%	8,75	89,25	4,57	95,53
T6: 6T:200%	9,00	75,50	4,82	85,88
T7: 8T:SF	8,50	68,75	4,35	81,53
T8: 8T:100%	8,00	69,75	5,02	94,47
T9: 8T:200%	5,00	93,25	5,51	70,85
Tratamientos	n.s	n.s	n.s	n.s

*Los valores son medias de cuatro repeticiones. n.s efecto no significativo entre los tratamientos; * efecto significativo entre los tratamientos ($p < 0,05$).*

- **Carga frutal**

Para la carga frutal, es decir el rendimiento, no se encontraron diferencias significativas. En la Figura 5 se puede observar una tendencia para el tratamiento 3 (sin poda y fertilización 200%) con

una media de 0,52 kg/ planta, mientras que el que presentó un menor valor fue el tratamiento 7 (8 tallos y sin fertilización) con una media de 0,33 kg/ planta.

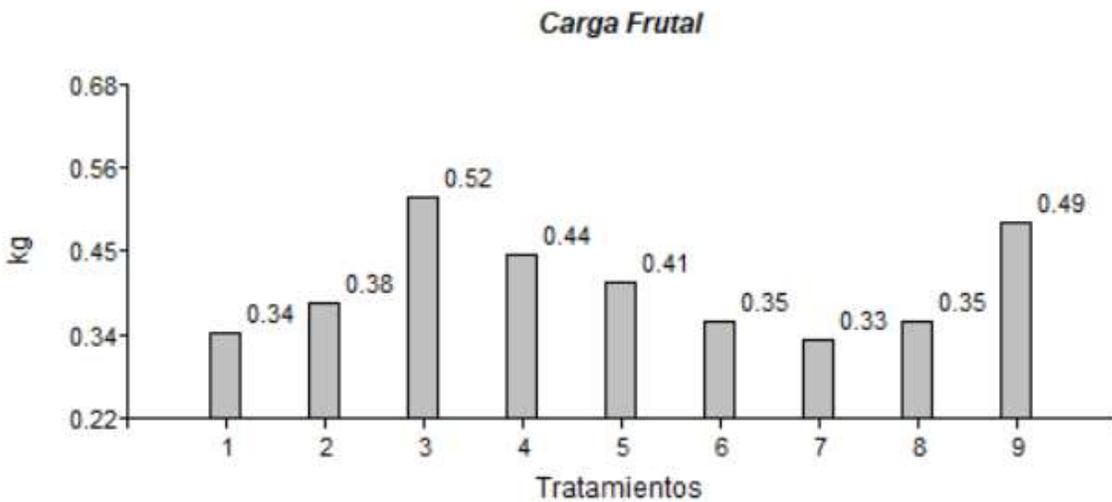


Figura 5. Carga frutal por planta en el cultivo de mora sometido a una interacción de fertilización al 100 y 200% con una poda de 6 y 8 tallos.

4.2.1 Análisis químico.

El análisis químico de la mora de castilla, no muestra diferencia estadística significativa (Tabla 11). Sin embargo, se puede observar en el porcentaje de ceniza una diferencia en los tratamientos 1 (sin poda y sin fertilización) con una media de 4,70 %, mientras que el tratamiento 9 (8 tallos y poda 200%) presentó una media de 7,24 %, siendo el mayor resultado.

Se realizó también un análisis de las variables para cada factor por separado. Se encontró una diferencia significativa para el porcentaje de ácido cítrico con relación al factor poda como se muestra en la Figura 6, donde se observa que la poda con 6 tallos basales dio un porcentaje de ácido cítrico significativamente menor (2,34% en promedio) al porcentaje para la poda con 8 tallos basales y sin poda, estas con una media de 2,58 % y 2,56 % respectivamente.

Tabla 11. Análisis químico del fruto de mora de castilla bajo la aplicación de fertilizante N P K al 100 y 200 % y una poda basal de 8 y 6 tallos.

Tratamientos	% Ácido cítrico	% de ceniza	° Brix	% N	% materia seca	pH	% humedad	Índice de madurez
T1: SP:SF	2,43 a	4,70 a	7,73 a	1,53 a	12,92 a	2,87 a	87,08 a	3,18 a
T2: SP:100%	2,68 a	6,24 a	6,53 a	1,74 a	12,51 a	2,85 a	87,49 a	2,45 a
T3: SP: 200%	2,56 a	6,81 a	7,00 a	1,83 a	11,85 a	2,90 a	88,16 a	2,79 a
T4: 6T:SF	2,20 a	5,43 a	6,97 a	1,70 a	12,07 a	2,90 a	87,93 a	3,27 a
T5: 6T:100%	2,44 a	7,02 a	7,30 a	1,71 a	11,85 a	2,89 a	88,15 a	2,99 a
T6: 6T:200%	2,37 a	5,57 a	5,95 a	1,90 a	11,53 a	2,93 a	88,47 a	2,52 a
T7: 8T:SF	2,42 a	3,97 a	6,65 a	1,85 a	11,86 a	2,83 a	88,14 a	2,76 a
T8: 8T:100%	2,67 a	6,36 a	6,33 a	2,32 a	10,47 a	2,91 a	89,53 a	2,48 a
T9: 8T:200%	2,67 a	7,24 a	7,43 a	2,12 a	12,19 a	2,90 a	87,81 a	3,04 a
Tratamientos	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

Los valores son medias de cuatro repeticiones. n.s efecto no significativo entre los tratamientos; * efecto significativo entre los tratamientos ($p < 0,05$).

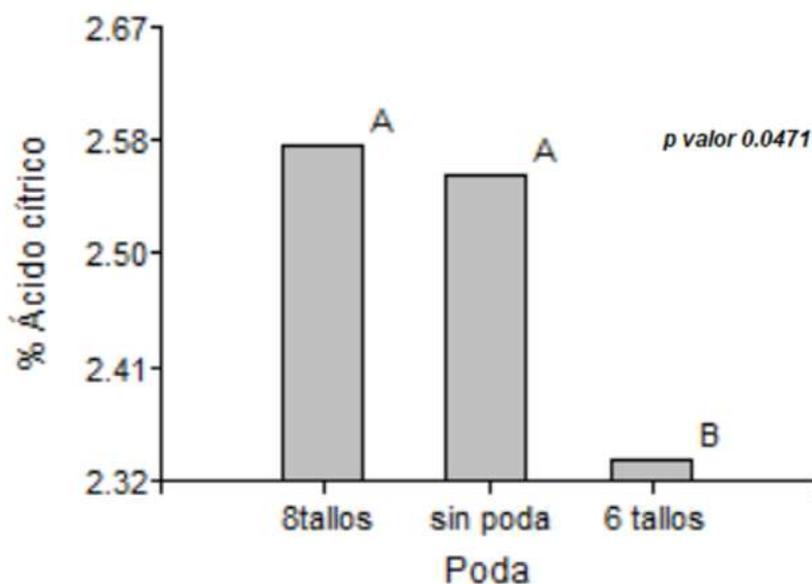


Figura 6. Porcentaje de ácido cítrico con relación al factor poda en el cultivo de mora. Letras diferentes muestran diferencia significativa con $p \leq 0,05$ de acuerdo a la prueba DGC.

4.3 Correlaciones entre variables

Se realizó un análisis de correlación entre las variables productivas, fisiológicas y bromatológicas. En la Tabla 12 se muestran las correlaciones más importantes con índices mayores a 0.6. La tabla completa se muestra en el Anexo 7.

Tabla 12. Correlación entre variables fisiológicas, productivas y bromatológicas para el cultivo de mora de castilla evaluada bajo la interacción de fertilización y poda.

Variable 1	Variable 2	n	Pearson	p-valor
N° Flores	N° Frutos	36	0,7	0.0000
Peso promedio (g)	Diám. polar	36	0,88	0.0000
Peso promedio (g)	Diám. Ecuatorial	36	0,68	0.0000
° Brix	% materia seca	35	0,62	0.0000
° Brix	% humedad en BS	35	-0,62	0.0000
° Brix	Índice de madurez	35	0,75	0.0000
% materia seca	% humedad en BS	35	-1	0.0000

4.4 pH del suelo

Los resultados del análisis para el pH del suelo mostraron diferencias significativas para la interacción poda-fertilización, siendo los tratamientos 6 (6 tallos y fertilización 200%), 5 (6 tallos y fertilización 100%), 3 (sin poda y fertilización 200%) y 2 (sin poda y fertilización 100%) diferentes para el resto de tratamientos con una media de 6,50, 6,35, 6,20 y 6,07 respectivamente (Figura 7). El tratamiento 8 (8 tallos y fertilización 100%) obtuvo el valor más alto con media de 7,13.

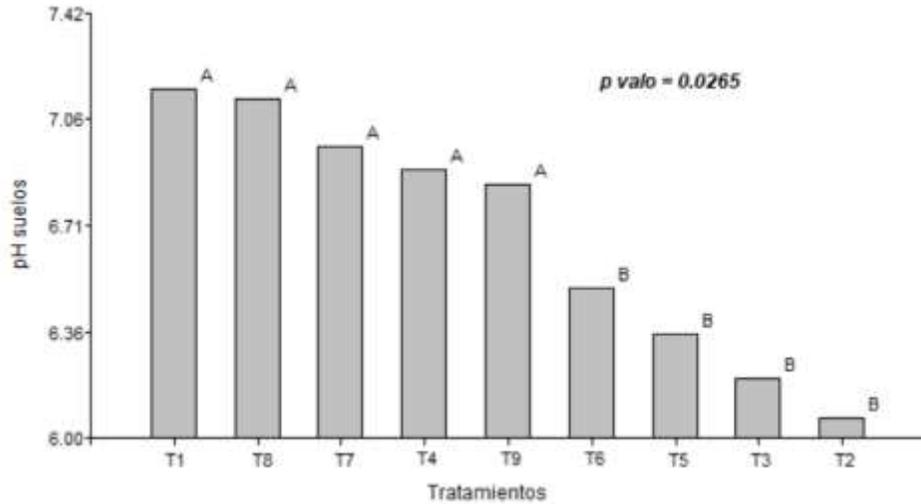


Figura 7. pH edáfico tomado al finalizar el ensayo para cada tratamiento. Letras diferentes expresan diferencia estadística mediante prueba de DCG ($p < 0,05$).

5. DISCUSIÓN

Al analizar las variables morfológicas, fisiológicas y productivas en la mora de castilla bajo la interacción de fertilización al 100% y 200% con una poda basal de 6 y 8 tallos se encontraron diferencias significativas para algunas variables. Es el caso del diámetro del brote basal, que, con el tratamiento de 6 tallos basales y fertilización al 100% presentó un diámetro de 5.20 mm con respecto al resto de tratamientos en los 56 después de aplicación del nutriente. Este resultado se presume que está relacionado con el número de tallos basales, ya que, a menor número de tallos en frutales los fotoasimilados se distribuyen mejor en los órganos de las plantas, obteniendo plantas más frondosas y vigorosas (Franco y Giraldo, 2009). Por otra parte, también influyó la fertilización, debido a que el nitrógeno es uno de los constitutivos esenciales de moléculas necesarias para el crecimiento vegetativo (Cardona *et al.*, 2017), se podría decir que la fertilización también ayudó a tener un diámetro mayor.

Con referencia al diámetro de raquis o pedúnculo de la inflorescencia no muestra una diferencia significativa para la interacción. Sin embargo, en el análisis de correlación se presentó una relación positiva con el número de frutos, asumiendo que con un mayor diámetro en el raquis de la inflorescencia tendrá un mayor número de frutos (Anexo 7) . Con respecto al factor poda, se

encontró que con 6 tallos basales, a los 56 después de aplicación del nutriente se presenta un mayor crecimiento del diámetro. Este resultado comprueba lo afirmado por Franco y Giraldo, (2009); Zambrano *et al.*, (2016) quienes mencionan en sus estudios que la mora, es una planta arbustiva y perenne presenta mejores resultados en cuanto a crecimiento y producción si se la mantiene con tallos basales entre 6 -8, máximo 10.

Con respecto a las dos variables, no existen estudios donde se analice los diámetros del tallo basal y del raquis de la inflorescencia, y mucho menos donde se estudie la interacción poda: fertilización. Pero estos resultados pueden ayudar a las futuras investigaciones en cuanto al comportamiento fisiológico de la mora.

En cuanto a los diámetros polar y ecuatorial del fruto no se encontraron diferencias significativas para la interacción, sin embargo, presentaron rangos de 19,16 – 20,54mm y 19,27 – 18,06 mm respectivamente. Estos resultados muestran que la mora de este trabajo de investigación tienen un calibre entre pequeño y mediano de acuerdo con la Norma INEN 2427 (2016). A la vez son calibre C y D de acuerdo con la Norma Colombiana NTC 4601 (1997). Así mismo, los resultados concuerdan con lo mencionado por Romoleroux (1996) y Durán (2009) que la mora alcanza 15 mm a 25 mm de largo (diámetro polar) y 15 a 20 mm de diámetro ecuatorial. Al contrario, difieren de los obtenidos por Montalvo (2010) que muestran valores entre 22,99 y 27,61mm para el largo o diámetro polar, y 19,21 -22,18 mm para el diámetro ecuatorial, siendo estos valores resultado de mantener las plantas de mora a 6 y 8 tallos basales. Este último estudio permite inferir que la fertilización actuó negativamente en la interacción, haciendo que se obtengan frutos de menor medida tanto longitudinal como ecuatorial.

En cuanto al largo del brote se mostró diferencia significativa para los 41 DDA entre los tratamientos 3, con fertilización 200% y sin poda, y 9, con fertilización 200% y 8T (Tabla 7), presentan los resultados más altos, lo cual concuerda con Casierra-Psada *et al.* (2012) y Curetti, (2015) que mencionan que las actividades de poda y la fertilización NPK están orientados a establecer el equilibrio fisiológico entre el crecimiento vegetativo y generativo, también ayuda a la producción de brotes laterales que serán productivos o vegetativos.

La TCA y la TCR muestran diferencias significativas para los 56 DDA (Tablas 8 y 9), donde los tratamientos 6 (fertilización 200% y 6 tallos) y 7 (sin fertilización y 8 tallos), presentaron los

mayores resultados de crecimiento del brote (cm/día), significativamente por encima del resto. Hay que tener en cuenta que la TAC y TRC se muestran como indicadores de la relación fuente-sumidero (Hunt, 1982), lo cual es importante para establecer actividades agronómicas tendientes a incrementar la cantidad de biomasa o estructura vegetal en un periodo determinado. Los resultados para el tratamiento 6 y para el tratamiento 7 posiblemente se deban a la corrección de nutrientes que se realizó antes de la aplicación de tratamientos como S, Ca, Mg y B, esto se justifica con lo mencionado por Havlin *et al.* (2016) que el magnesio (Mg), junto con el calcio y el azufre, es uno de los tres nutrientes secundarios que requieren las plantas para un desarrollo normal, saludable. Así mismo Jones (2012) menciona que el Ca es importante para la división celular, el Mg participa como activador en reacciones enzimáticas, el S se encuentra en muchas proteínas, y el B participa en el metabolismo y la distribución de carbohidratos. En cuanto al tratamiento 7 que no tiene fertilización se lo puede justificar de acuerdo al análisis de suelo realizado en la zona de cultivo donde presenta los valores adecuados de N y K. En cuanto a la poda con 6 y 8 tallos se asume que ayuda a los resultados ya que Franco y Giraldo (2009) en su manual recomienda tener la planta de 6 a 8 tallos basales para un mejor rendimiento.

La TCA y TCR a partir de los 56 DDA presentaron una ralentización de crecimiento, esto discrepa con los resultados de Medina *et al.* (2016) que muestra una tasa de crecimiento absoluta del brote que se aumenta lentamente antes de los 50 DDA, estos resultados bajo una poda larga y poda corta en tallos de 2,6 m y 1,6 m, y con fertilización adecuada en la variedad *Rubus alpinus* Macfad. Hay que tomar en cuenta que a partir de este tiempo los brotes empezaron a florecer, y el florecimiento ralentiza el crecimiento de los brotes (Medina *et al.*, 2016).

Las variables productivas como el peso promedio del fruto, el número de frutos por planta, el número de flores por brote reproductivo, el porcentaje de cuaja y la carga frutal no mostraron diferencias significativas para la interacción. Sin embargo el tratamiento 4 (sin fertilización y 6 tallos) se destacó con un mayor número de flores por brote con una media de 11,75 flores/brote reproductivo y el tratamiento 9 (fertilización 200% y 8 tallos) tuvo el menor resultado con 5 flores/brote reproductivo (Tabla 10). Estos resultados no concuerdan con lo mencionado por Zambrano *et al.* (2016) que la inflorescencia de la mora de castilla, bajo un manejo agronómico adecuado, tiene alrededor de 15 a 22 flores que se disponen en racimos terminales que pueden llegar a medir 30 cm de largo en toda la rama. Teniendo en cuenta que los resultados de este estudio

siguen siendo bajos para el rango indicado anteriormente, se puede indicar es que el exceso de nutriente en la planta como el N produce el aborte de flores (Jones, 2012), lo cual podría ayudar a intuir que puede ser un factor para que el número de flores sea menor al rango.

Para la variable peso promedio del fruto en esta investigación se describen rangos entre 4.35 g para el T7 (sin fertilización y 8 tallos) a 5,51 g para el T9 (fertilización 200% y 8tallos), con diámetro polar y diámetro ecuatorial de 19,93 mm y 17,57 mm respectivamente para el T7, por otro lado para el T9 tiene 20,54 mm y 19,27 mm de diámetro polar y ecuatorial. Estos resultados no concuerdan con los valores reportados por Grijalba (2009), que en su estudio presenta pesos de 4,26 g, 4,82 g y 7,59 g para tres medidas de diámetro y longitud del fruto, siendo los rangos de 1: 10 mm a 20 mm, 2: 15 mm a 20 mm, 3: 15 mm a 25 mm respectivamente. Así mismo no concuerda con lo mencionado por Montalvo *et al.* (2010) quienes en su investigación describen rangos de 5,07 g a 7,36 g con diámetros de 22,29 mm a 27,61 mm de longitud y 19,21 mm a 22,18 mm de diámetro polar. Así mismo, Iza *et al.* (2016) en su estudio sobre evaluación de la mora de castilla de Carchi destinada para el mercado de Quito, se registraron pesos de 9,03 g con dimensiones promedio de diámetro 22,76 mm y longitud 27,76 mm. En general los resultados en este estudio son menores en comparación con los estudios consultados, lo que me permite intuir que los tratamientos aplicados no fueron competentes para esta variable.

En cuanto a la carga frutal de la mora en este estudio no se mostraron diferencias significativas. Por lo que, hay que tomar en cuenta que los rendimientos obtenidos en este estudio fueron frutos recolectados en una sola cosecha, donde sobresalen el tratamiento 3 (sin poda y 200%) con un rendimiento de 0,52 kg/planta, mientras que el tratamiento 7 (8 tallos y sin fertilización) obtuvo un rendimiento de 0,33 kg/planta. Tomando en cuenta que el cultivo de mora de castilla tiene cosecha permanente (Brito *et al.*, 2016), la mora de castilla presenta rendimientos de 10 a 16 kg/planta/año (Proaño y Martínez, 2008; Montalvo, 2010). Por otro lado estudios realizados por Artunduaga (2010) analizan el efecto de la fertilización con N, P y K en ecotipos de mora con y sin espinas en el departamento del Quindío, y su influencia en el rendimiento, eficiencia agronómica y comportamiento fisiológico de los materiales, obteniendo que mayores rendimientos se obtienen con niveles de 30-3-15 (N-P-K) para ecotipos con espinas y 30-5-39 (N-P-K) para moras sin espinas. Por otro lado que el tratamiento 7 muestre un rendimiento muy bajo posiblemente se deba al pH del suelo, el cual fue cerca de 7 (Figura 6), ya que, teniendo en cuenta

lo mencionado por Martínez *et al.* (2007) y Artunduaga (2010), el cultivo de mora de castilla se desarrolla mejor y con buenos rendimientos en terrenos ligeramente ácidos, con un pH entre 5,2 y 6,7, considerándose el más apropiado aquel cercano a 5,7.

En cuanto a los análisis químicos para la mora de castilla, en este estudio no mostraron diferencias significativas. Sin embargo los valores registrados en el porcentaje de acidez en todos los tratamientos muestran un rango de 2,20 a 2,68 en los diferentes tratamientos, de los cuales los tratamientos 4 y 6 no coinciden con lo mencionado por INIAP (2013), quienes recomiendan valores de 2,43 a 3,47. Esto no concuerda con lo reportado por Ayala *et al.* (2013), quien en su estudio realizado en Colombia con condiciones similares a las del lugar del estudio actual, presenta un porcentaje de acidez de 2,83. Por otro lado, en un estudio realizado en Tumbaco con diferentes variedades de mora, la variedad castilla presentó 2,36 %. Sin embargo en la NTE INEN 2427 (2010) recomiendan porcentajes de acidez de 1,8 a 2,1. Tomando en cuenta que los distintos índices de madurez de los últimos estudios son de 2,80 y 5 respectivamente y en el estudio actual el índice de madurez va de 2,52 a 3,27, la diferencia en los porcentajes de acidez se puede justificar con lo reportado por Ayala, *et al.* (2013), quienes en su estudio muestran índices de madurez de 2,15, 2,80 y 3,57 para los grados de madurez 4, 5 y 6 respectivamente. Esto quiere decir que las moras evaluadas estaban en su estaban dentro del rango del índice de madurez, mencionado por (Zambrano, *et al.* (2016)

Con respecto a los grados Brix, Ayala *et al.* (2013) presentan un valor de 7,93, resultado que no concuerda con los obtenidos en este estudio, donde el más alto fue de 7,73 para el tratamiento 1 (sin poda y sin fertilización) y el menor resultado fue en el tratamiento 6 (6 tallos y fertilización 200%) con un valor de 5,95 ° Brix. Así mismo, no concuerdan con los recomendados por NTE INEN 2427 (2010) que muestran valores de 9. Se presume que el exceso de fertilización pudo haber afectado en la calidad y rendimiento del fruto, tomando en cuenta que, cuando el N está en exceso, provoca una disminución indeseable del contenido de antioxidantes, afectando el contenido de vitamina C y aminoácidos esenciales. Además, reduce la firmeza, afecta la epidermis y el color de la pulpa, su aroma, textura, tamaño y tiempo de madurez del fruto (Ali, 2012). Por otro lado Yugcha (2018) reporta valores de 9,47 ° Brix, siendo este el más bajo de las 5 variedades estudiadas en dicho estudio, corroborando que no entrarían como mora de calidad. Además Cardona (2017) reporta en su trabajo que el tratamiento con aplicación de N P K y Ca obtuvo el

mayor valor en comparación a los 25 tratamientos evaluados con diferentes dosis de N P K y Ca, esto significa que al jugar con diferentes dosis de NPK en la parroquia Imbana se puede llegar a obtener mejores resultados, tomando en cuenta que esta investigación es la primera a realizarse en este sector.

El análisis de correlación entre variables fisiológicas, productivas y de calidad que se presenta en la Tabla 7, se muestran las más importantes con índices (Pearson) mayores a 0.6. Por lo tanto, el número de frutos aumenta mientras exista mayor número de flores en las ramas productivas. Al igual que el peso del fruto va a incrementar si los diámetros (longitudinal y ecuatorial) son mayores, como lo muestra la NTC 4601, (1997). En cuanto a los grados Brix ($^{\circ}$ Brix) tiene una relación positiva con el % de materia seca y el índice de madurez (IM). Esto se justifica teniendo en cuenta que en los frutos climatéricos el aumento de la IM posiblemente ocurre cuando alcanza la tasa de respiración máxima y, desdoblán rápidamente sus reservas (ácidos orgánicos) como respuesta al incremento de su metabolismo y, en consecuencia la IM se incrementa (Pinzón *et al.*, 2007). La materia seca comprende sólidos insolubles (mayoritariamente almidón) y sólidos solubles (principalmente azúcares), cuya concentración aumenta con la madurez del fruto, producto de la hidrólisis del almidón (Godoy y Dome, 2013). Esto último también justifica que los $^{\circ}$ Brix tengan una correlación negativa con el porcentaje de humedad, al igual que % de materia seca con el % de humedad, teniendo en cuenta que la disminución de humedad se atribuye a los procesos de crecimiento y maduración del fruto, así como la respiración (Álvarez *et al.*, 2009)

En cuanto al pH del suelo, al inicio de la investigación el suelo presentó un pH de 5,6 y, teniendo en cuenta que el pH edáfico para el desarrollo de la mora va de 5,5 a 6,7 y óptimo de 5,7 (Valverde *et al.*, 2016; Cordana y Bolaños, 2019; Díaz, 2017) se puede decir que el suelo tenía un pH óptimo para su desarrollo. Los resultados del presente trabajo muestran valores de 6,07 a 7,13, siendo el segundo el único alcalino, perteneciente al tratamiento 8 que tiene una fertilización al 100% y una poda de 8 tallos basales. Estos valores nos pueden ayudar a deducir que cambios en el pH del suelo pueden ocasionar alteraciones en el desarrollo morfológico y productivo de la planta. Esto se explica con lo mencionado por Jensen (2010) quien afirma que cambios ligeros de pH afectan la disponibilidad de micronutrientes y la mayoría de estos elementos tienden a estar menos disponibles cuando el pH es alcalino, con excepción del Mo. Arrouays *et al.* (2011) afirman que

el pH es afectado por factores extrínsecos al suelo, como la aplicación de fertilizantes y que se muestran cambios permanentes luego de 5 años de manejo continuo de la fertilidad del suelo. Particularmente, el P puede verse afectado por el pH del suelo, ya que a pH alcalino, el fosfato (PO_4^{3-}) tiende a reaccionar rápidamente con Ca y Mg para formar compuestos de baja solubilidad, y a pH tendiente a la acidez, se inclina a reaccionar con Al y Fe para formar compuestos insolubles (Díaz, 2017).

6. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los análisis realizados en cuanto a la interacción poda: fertilización en el cultivo de mora se logró observar un incremento en el tamaño del fruto con el tratamiento nueve (8T: fertilización 200%), al igual que el largo del brote a los 41 DDA tuvo diferencia estadísticamente significativa.
- Con respecto a las variables productivas, el tratamiento nueve, a pesar de tener buenos resultados en el incremento del fruto y el largo del brote, muestra el menor número de flores. Esto se concluye que una fertilización en exceso hizo que la planta absorbiera los nutrientes, mas no que los utilizara de manera eficiente. A diferencia del tratamiento tres (sin poda: fertilización 200%) tuvo un número mayor de frutos, al igual que la carga frutal. Sin embargo, el porcentaje de cuaja fue mayor con el tratamiento uno (sin poda: sin fertilización), aduciendo que la fertilización adicional alteró la fisiología de las plantas de mora.
- A pesar de tener pocas diferencias estadísticamente significativas en las variables de este proyecto de investigación, las correlaciones encontradas nos indican que una variable puede influir en la otra para estos resultados. Por ejemplo, una correlación es que, el porcentaje de materia seca y el índice de madurez aumenta si el ° Brix son mayores, esto debido a los cambios químicos que se producen al madurarse el fruto.
- La aplicación de N P K como la falta de nutriente en el cultivo de mora aumentó el pH edáfico, teniendo en cuenta que la cal dolomita, aplicada para corrección del suelo, aumenta el pH del mismo.

7. RECOMENDACIONES

- Tener un periodo más largo de evaluación, registrando las variable fisiologías, morfológicas, productivas y de calidad de manera más constante para obtener mayor información en cuanto a la cantidad de datos, mejorado así la fiabilidad de los resultados al realizar el análisis estadístico.
- Realizar más evaluaciones a nivel de campo y laboratorio con otras variables para así, poder mejor los varietales y obtener mayor producción, potenciando al sector agrícola del país, obtenido resultados propios del lugar.
- Al aplicar fertilizante, se debe tener en cuenta que puede ocasionar alteraciones en pH del suelo, a la absorción y asimilación por parte de la planta. Por ello, es recomendable tener en cuenta el cálculo adecuado de las dosis de fertilizantes para no provocar la muerte del cultivo.
- Al realizar la poda, tener en cuenta los tallos basales que se van e eliminar, dejando los más fuertes y vigorosos, así como, realizar podas constantes de mantenimiento para asegurar una buena producción.

8. BIBLIOGRAFIA

- 4601 NTC. (1997). *NTC 4106 Frutas frescas. Mora de castilla*. 1–13.
- Aimar, S., Mendez, M., & Penebianco, J. (2012). Manual de fertilidad y evaluacion de suelos. In A. Quiroga & Alfredo Bono (Eds.), *Instituto Nacional de tecnologías Agropecuarias* (1st ed.). Argentina.
- Ali, L. (2012). *Pre-harvest factors affecting quality and shelf-life in raspberries and blackberries (Rubus spp. L.)*. Swedish University of Agricultural Sciences Alnarp.
- Álvarez, J. G., Galvis, A., & Balaguera, H. E. (2009). Determinación de cambios físicos y químicos durante la maduración de frutos de champa (*Campomanesia lineatifolia* R . & P .) Determination of physical and chemical changes during champa. *FISIOLOGÍA Y TECNOLOGÍA DE POSCOSECHA*, 27(2), 253–259.
- Artunduaga, B. (2010). *Efecto de la fertilización en dos ecotips de mora (Rubus sp.) y su relación con el rendimiento en andisofile*. Universidad nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Ayala Sánchez, L. C., Valenzuela Real, C. P., & Bohórquez Perez, Y. (2013). Variables determinantes de la madurez comercial en la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth). *Revista Scientia Agroalimentaria*, 1(0), 39–44. Retrieved from <http://revistas.ut.edu.co/index.php/scientiaagro/article/view/29/29>
- Bonnet, J. G. (2000). *Cultivo de mora {Rubus glaucus Benth.}* (C. C. de I. A. Corpoica, Ed.). Colombia: CRECED Provincia del Sumapaz.
- Cardona, W. A. (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 Sylvania (Cundinamarca)*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Cardona, W., Guitiérrez, J., Monsalve, O., & Bonilla, C. (2017). *Efecto de la salinidad sobre el crecimiento vegetativo de plantas de mora de Castilla (Rubus glaucus Benth .) micorrizadas y sin micorrizar*. 11(2), 253–266. <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i2.6109>

- Carolina Ayala, L. S., Valenzuela, C. P., & Bohórquez, Y. P. (2013). Physicochemical characterization of Castilla blackberry (*Rubus glaucus* Benth) in six maturity states. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 10–18. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n2/v11n2a02.pdf>
- Casierra-Psada, F., Almanza, P., Álvarez, J., & Aranda, Y. (2012). *Manual para el cultivo de frutales en el trópico* (1st ed.). Colombia: Produmedios.
- Cordana, W. A., & Bolaños, M. M. (2019). *Manual de nutrición del cultivo de mora de Castilla (Rubus glaucus Benth.) bajo un esquema de buenas prácticas en fertilización integrada* (1st ed.). Colombia: AGROSAVIA.
- Curetti, M. (2015). Fertilización en frutales de hoja caduca. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Centro Regional Patagonia Norte*, 4–7.
- Díaz, J. S. G. (2017). *Evaluación del efecto de dosis de N , P , K y Ca sobre las propiedades químicas del suelo y la productividad de un cultivo de mora (Rubus glaucus Benth.)*. Universidad Nacional de Colombia.
- Dr. Thomas L. Jensen. (2010). SOIL pH AND THE AVAILABILITY OF PLANT NUTRIENTS. *IPNI Plant Nutrition TODAY*, 2(2), 3535.
- Ecuadoriana, N. T., Frescas, F., Requisitos, M., & Edición, P. (2010). *Instituto ecuatoriano de normalización*.
- Franco, G., & Giraldo, M. J. (2009). *Cultivo de la mora* (C. C. de I. A. R. Corpoica, Ed.). Colombia: PRONATTA.
- Galvis, A., & Herrera, A. (1995). *La mora Manejo Postcosecha* (1st ed.). Colombia: Bogotá: SENA; Bogotá: Universidad Nacional.
- García, M. C., & García, H. R. (2001). *Manejo cosecha y poscosecha de mora, lulo y tomate de arbol* (200 ejempl; C. Cooperación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Ed.). Colombia.
- Garrido, P., Morillo, E., & Wilson Vásquez. (2008). *Análisis de la diversidad genética de la mora cultivada (Rubus glaucus Benth) y especies emparentadas en zonas productivas del Ecuador*

mediante marcadores moleculares. Quito, Ecuador.

- Godoy, C., & Dome, C. (2013). Relación entre la madurez fisiológica y la madurez comercial de frutos de kiwi “Hayward” producidos en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 45(2), 311–325.
- Grijalba, C. (2009). *Rendimiento y calidad de dos materiales de mora de castilla* (. 1–73. Retrieved from [http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/903/1/Grijalba Carlos2009.pdf](http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/903/1/Grijalba%20Carlos2009.pdf)
- Grijalba, C., Calderón, L., & Pérez, M. (2010). Rendimiento y Calidad de la Fruta en Mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth), con y sin Espinas, Cultivada en Campo Abierto en Cajicá (Cundinamarca, Colombia). *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 6(1), 24–41. <https://doi.org/10.18359/rfcb.2079>
- Havlin, J., Werner, N., Beaton, J. D., & Tisdale, S. (2016). *Soil fertility and fertilizers : an introduction to nutrient management* (1st ed.; Eight edition, Ed.). India: Noida, Uttar Pradesh, India: Pearson.
- Iza, F., Rojas-lema, X., & Arguello, Y. (2016). *Línea base de la calidad de la mora de castilla (Rubus glaucus) en su cadena alimentaria (Quality baseline of the castilla blackberry (Rubus glaucus) in its food chain)*. 82–94.
- Jácome, I. (2010). *Estudio de la línea base de la cadena productiva de la mora de castilla (Rubus glaucus Benth) en las provincias Bolívar, Cotopaxi y Tungurahua*. Universidad Estatal De Bolívar.
- Jennings, D. (1988). *Raspberries and Blackberries : their breeding, diseases and growth* (1st ed.). London: Academic Press.
- Lallana, V. ., & Lallana, M. D. C. (2001). *Manual de practicas de fisiologia vegetal*. Argentina.
- León, M., Macas, O., Suquilanda, G., Zhondo, M., & Macas, L. (2014). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia la “Victoria de Imbana.”* Ecuador.
- Martínez, A, Vásquez, W., Viteri, P., Jácome, R., & Ayala, G. (2013). *Ficha Técnica de la variedad de mora sin espinas (Rubus glaucus Benth) INIAP-Estación Experimental Santa Catalina*. Ecuador.

- Martínez, Aníbal, Beltrán, O., Gionnany, V., Germán, A., Rosendo, J., Wlfrido, Y., & Valle, E. (2007). *Manual del cultivo de mora de castilla (Rubus glaucus B.)* (1st ed.). Ambato, Ecuador: Convenio INIAP - UTA.
- Martínez, F. G. (1995). *Elementos de fisiología vegetal* (1st ed.). España: S.A. MUNDI-PRENSA LIBROS.
- Medina, B. M., Posada, F. C., & Blanke, M. (2016). Índices de crecimiento en plantas de mora (*Rubus alpinus* Macfad) bajo diferentes sistemas de poda TT - Growth rates in blackberry (*Rubus alpinus* Macfad) plants under different pruning systems. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(1), 28–39. <https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i1.4457>
- Monroy Cárdenas, D. M., Cardona, W. A., García Muñoz, M. C., & Bolaños Benavides, M. M. (2019). Relationship between variable doses of N, P, K and Ca and the physicochemical and proximal characteristics of andean blackberry (*Rubus glaucus* Benth.). *Scientia Horticulturae*, 256(March), 108528. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.05.055>
- Norma INEN 2427. *Ecuatoriana Nte Inen 1529-8.* , (2016).
- Oliveira, P. B., Oliveira, C. M., & Monteiro, A. A. (2004). Pruning date and cane density affect primocane development and yield of “autumn bliss” red raspberry. *HortScience*, 39(3), 520–524.
- Orrala-Borbor, Néstor, Herrera-Isla, Lidcay, & Balmaseda-Espinosa, Carlos. (2018). Rendimiento y calidad de la sandía bajo diferentes patrones de injerto y dosis de NPK. *Cultivos Tropicales*, 39(3), 25-30.
- Pinzón, I., Fischer, G., & Corredor, G. (2007). Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims.). *Agroномia Colombiana*, 25(1), 83–95.
- Pszczólkowski T, Bordeu E. Posibles causas del deterioro de la calidad del vino en parronales y viñedos vigorosos. *Rev. Frut. (Chile)* 1984; 5(1):23-26.
- Reina, C. E., Rincón, M. del C., & Erazo, D. R. (1998). *Manejo postcosecha y evaluación de la calidad para la mora de castilla (Rubus Glacus) que se comercializa en la ciudad de Neiva.* Universidad Sur Colombiana.

- Romoleroux, K. (1996). *Flora of Ecuador* (1st ed.; G. Harling, Ed.). Riksmuseum, Stockholm.: Botanical Institute, Goteborg University.
- Rubio, G. (2014). *Investigación De La Mora Y Propuesta Gastronómica*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito.
- Salinas, D. (2014). “*Evaluacion de dos fosfitos en la incidencia de mildiu veloso (Peronospora sp.) en el cultivo de mora de castilla (Rubus glaucus B)*” (Universidad Técnica de Ambato). <https://doi.org/10.1177/1742766510373715>
- Sánchez, J., Villares, M., Niño, Z., & Maria, B. (2018). Efecto del piso altitudinal sobre la calidad de la mora (*Rubus glaucus benth*) en la región interandina del Ecuador. *IDESIA (CHILE)*, 36, 209–215.
- Takeda, F. (2002). Winter pruning affects yield components of “Black Satin” eastern thornless blackberry. *HortScience*, 37(1), 101–103.
- Tomo M., Glišić, I. P., Glišić, I. S., & Milošević, N. T. (2018). Cane properties, yield, berry quality attributes and leaf nutrient composition of blackberry as affected by different fertilization regimes. *Scientia Horticulturae*, 227(September 2017), 48–56. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.09.013>
- Valverde, F., González, A., Viteri, P., & Martínez, A. (2016). *Nutrición del cultivo de la mora de castilla*. Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Walteros, I. ., Molano, D. C., & Almanza, P. J. (2013). Efecto de la poda sobre la producción y calidad de frutos de *Vitis vinifera L . Var . Sauvignon blanc* en Sutamarchán – Boyacá. *ORINOQUIA - Universidad de Los Llanos - Villavicencio, Meta, Colombia*, 17(2), 167–176. Retrieved from https://poliformat.upv.es/access/content/group/DOC_33330_2018/9. Unidad didáctica cultivares blancos/Artículos unidad temática cv. blancos/sauvignon blanc poda.pdf
- Yugcha, M. I. (2018). *Diferenciación morfoagronómica de seis cultivares de mora (Rubus galucus Benth) en el valle de Tumbaco* (Universidad Central del Ecuador). Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15161/1/T-UCE-0004-A80-2018.pdf>
- Zambrano, D. Galarza, S. Garcés, J. velásquez, V. Sánchez, J. (2016). *El Cultivo de la mora en el Ecuador*. Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

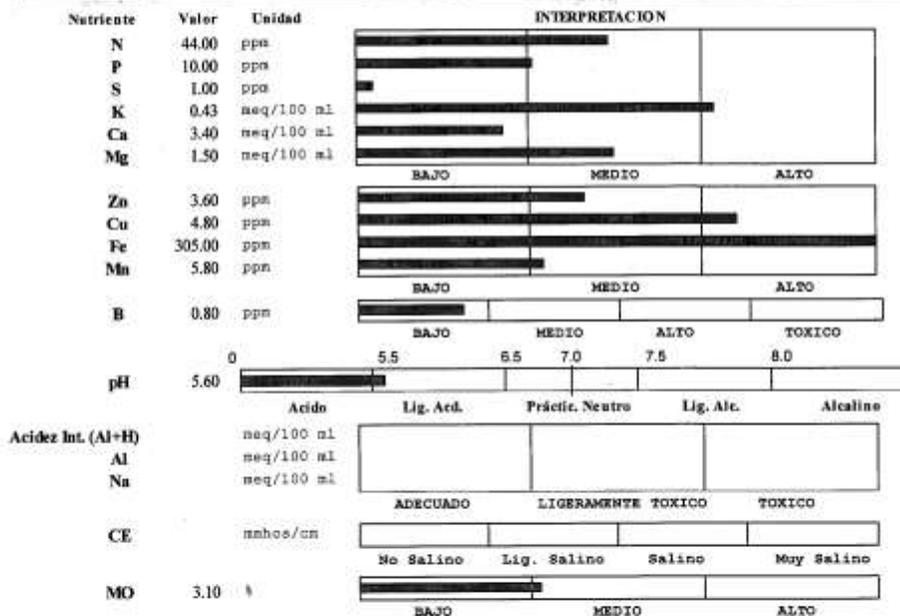
9. ANEXOS

Anexo 1. Análisis del suelo inicial

 <p>INIAP INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</p>	<p>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693</p>	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p>DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : Thalia Figueroa Dirección : Zamora Ciudad : Teléfono : 0986467262 Fax :</p>	<p>DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : Barrio La Unión Provincia : Zamora Chinchipe Cantón : Zamora Parroquia : Imbano Ubicación :</p>
<p>DATOS DEL LOTE</p> <p>Cultivo Actual : Cultivo Anterior : Mora Fertilización Ant. : Superficie : Identificación :</p>	<p>PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>N° Reporte : 47.460 N° Muestra Lab. : 111598 Fecha de Muestreo : 04/08/2019 Fecha de Ingreso : 06/08/2019 Fecha de Salida : 16/08/2019</p>



Ca	Mg	Ca+Mg (neq/100ml)		%	ppm	Clase Textural (%)				
		K	Σ Bases			NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
2,3	3,5	11,4	5,3				42	34	24	Franco


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

Anexo 2. Demanda de nutrientes del cultivo de mora var. Tupy para un rendimiento de 15 t·ha-1.

Elemento	Demanda total
Kg· t-1	Kg· ha-1
N	52
P2O5	26,6
K2O	109,5
CaO	47,8
MgO	28,4
S	23,0
g· t-1	g· ha-1
Fe	760,5
Cu	137,3
Mn	1 755,70
B	305,10
Zn	158,4

Fuente: Sánchez, 2009

Anexo 3. Cálculos de corrección y mantenimiento nutricional para el cultivo de mora.

- **Corrección**

El análisis del suelo realizado determinó que, el Ca, Mg, B, P y S requieren corrección. También como resultado el suelo es franco, por lo que, la densidad aparente es 1,28 kg/m³

Ca	13,6	100	$x = \frac{3,4 * 100}{13,6} = 25\%$	Recomendado: 55%
	3,4	x		

$$\text{Deficit de Ca : } CIC = \frac{\% \text{ deficit}}{100} * 200$$

$$\text{Deficit: } 55-25=20\%$$

$$\text{Déficit de Ca= } 816 \text{ pmm}$$

$$\text{Dosis de Ca= } 816*015*1,28*10 = 1566,72 \text{ kg/ha}$$

Mg	13,6	100
	1,5	x

$$x = \frac{15 * 100}{13,6} = 11,02\%$$

Recomendado: 12-15%

$$\text{Deficit de Mg : } CIC = \frac{\% \text{ deficit}}{100} * 120$$

$$\text{Deficit: } 15-11,02=3,80\%$$

$$\text{Déficit de Mg= } 62,016 \text{ pmm}$$

$$\text{Dosis de Mg= } 62,016*015*1,28*10 = 119,07 \text{ kg/ha}$$

B

$$\text{Dosis de B} = \frac{0,7*0,15*1,28*1}{0,26} = 5,17 \text{ kg/ha}$$

S

$$\text{Deficit de S} = \frac{7*0,15*1,28*1}{0,26} = 51,69 \text{ kg/ha}$$

- **Mantenimiento**

Repeticiones = 4

Número de plantas por tratamiento = 1

Área de siembra de la mora = 3 m²

Área por tratamiento = 12 m²

Nitrógeno

10 000	74,29 kg	$x = \frac{12 * 74,29}{10\ 000} = 0,089\ kg/ha$
12 m ²	x	

Fósforo

10 000	386 kg	$x = \frac{12 * 386}{10\ 000} = 0,463\ kg/ha$
12 m ²	x	

Potasio

10 000	156,43 kg	$x = \frac{12 * 156,43}{10\ 000} = 0,187\ kg/ha$
12 m ²	x	

Magnesio

10 000	181,51 kg	$x = \frac{12 * 181,51}{10\ 000} = 0,217\ kg/ha$
12 m ²	x	

Azufre 10 000 51,59

12 m² x

$$x = \frac{12 * 51,59}{10\ 000} = 0,061\ kg/ha$$

Boro 10 000 5,17

12 m² x

$$x = \frac{12 * 5,17}{10\ 000} = 0,006\ kg/ha$$

Anexo 4. Tabla de resumen sobre la corrección y mantenimiento para el cultivo de mora.

Elemento	Dosis de corrección kg/ha	Extracción kg/ha	Eficiencia	Suministro	Mantenimiento kg/ha	suma NPK (corrección + mantenimiento) kg/ha
P	320	26,6	0,4	0	66,5	386,5
S	51,59	23	0,5	0	46	
Ca	1566,72	47,8	0,5	0	95,6	
Mg	124,71	28,4	0,5	0	56,8	
K	0,43*	109,5	0,7	0	156,43	156,43
N	44*	52	0,7	0	74,29	74,29
B	5,17	0,305	0,5	0	0,61	

(*) Elemento que no necesitó de corrección

Anexo 5. Requerimiento de N P K por tratamiento

Elemento	100% (gr)	200% (gr)
P	463,80	927,6
K	187,71	375,43
N	89,14	178,29

Anexo 6. Fertilizantes aplicados en el suelo del cultivo de mora

- Para fertilización al 100%

Fertilizante y concentración del elemento	Dosis total de los tratamientos (gr)	Dosis por planta (gr)	Aplicación N P K Dosis por planta (gr)		
			20/sep/2019	22/nov/2019	20/dic/2019
MURIATO DE POTASIO (60% K)	2815,71	78,21	26,07	26,07	26,07
18-46-0	9074,35	252,07	84,02	84,02	84,02
Sulfato de Magnesio (16% Mg y 13% S)	8417,93	233,83	77,94	77,94	77,943
Borax (11%)	507,60	14,10	4,7	4,7	4,7

- Para fertilización al 200%

Fertilizante y concentración del elemento	Dosis por tratamiento (kg)	Dosis por planta (gr)	Aplicación N P K Dosis por planta (gr)		
			20/sep/2019	22/nov/2019	20/dic/2019
MURIATO DE POTASIO (60% K)	5,63	156,43	52,14	52,14	52,14
18-46-0	18,15	504,13	168,04	168,04	168,04
Sulfato de Magnesio (16% Mg y 13% S)	8,42	233,83	77,94	77,94	77,94
Borax (11%)	0,51	14,10	4,7	4,7	4,7

Anexo 7. Correlaciones entre variables dependientes con p -valor ≥ 0.05

Variable 1	Variable 2	n	Pearson	p-valor
Diam. Brote	Diam. Raquis	36	0.5	0.0000
Diam. Raquis	N° Flores	36	0.59	0.0000
Diam. Raquis	N° Frutos	36	0.45	0.0100
N° Flores	N° Frutos	36	0.7	0.0000
N° Flores	% materia seca	35	0.34	0.0500
N° Flores	% humedad en BS	35	-0.34	0.0500
N° Frutos	% Cuaja	36	0.46	0.0100
N° Frutos	% de ceniza en BS	35	-0.37	0.0300
N° Frutos	TCR (g/(g día- 1))	36	-0.37	0.0300
Largo de brote	pH suelos	35	-0.4	0.0200
Largo de brote	% materia seca	35	-0.35	0.0400
Largo de brote	% humedad en BS	35	0.35	0.0400
Largo de brote	TCR (g/(g día- 1))	36	-0.36	0.0300
% Cuaja	TAC (g/día)	36	-0.45	0.0100
% Cuaja	TCR (g/(g día- 1))	36	-0.46	0.0100
Peso promedio (g)	Carga frutal (kg)	36	0.56	0.0000
Peso promedio (g)	Diám. polar	36	0.88	0.0000
Peso promedio (g)	Diám. Ecuatorial	36	0.68	0.0000
Carga frutal (kg)	Diám. polar	36	0.39	0.0200

Carga frutal (kg)	Diám. Ecuatorial	36	0.48	0.0000
Carga frutal (kg)	TAC (g/día)	36	0.44	0.0100
Carga frutal (kg)	TCR (g/(g día-1))	36	0.41	0.0100
Diám. polar	Diám. Ecuatorial	36	0.58	0.0000
pH	% N	35	0.37	0.0300
pH	% de ceniza en BS	35	0.38	0.0200
° Brix	% materia seca	35	0.62	0.0000
° Brix	% humedad en BS	35	-0.62	0.0000
° Brix	Índice de madurez	35	0.75	0.0000
% materia seca	% humedad en BS	35	-1	0.0000
% materia seca	% N	35	-0.6	0.0000
% materia seca	Índice de madurez	35	0.44	0.0100
% materia seca	TAC (g/día)	35	0.13	0.4400
% humedad en BS	% N	35	0.6	0.0000
% humedad en BS	Índice de madurez	35	-0.44	0.0100
% N	% de ceniza en BS	35	0.37	0.0300
% N	% Ácido cítrico	35	0.33	0.0500
% N	Índice de madurez	35	-0.46	0.0100

% Ácido cítrico	Índice de madurez	35	-0.62	0.0000
TAC (g/día)	TCR (g/(g día-1))	36	0.94	0.0000

Anexo 8. Fotografías



Figura 8. Identificación de los tratamientos en las plantas de mora.



Figura 9. Botón floral de la inflorescencia después de la aplicación de nutrientes.



Figura 10. Mora cosechada después de la aplicación del fertilizante.