



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE FERTIRIEGO Y TRES DOSIS
DE GALLINAZA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO
ESTABLECIDO DE MORA (*Rubus glaucus* Benth) TUNSHI – CER.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR: CÉSAR DAVID TILLAGUANGO JIMÉNEZ

DIRECTOR: ING. ALFONSO LEONEL SUÁREZ TAPIA PhD.

Riobamba – Ecuador

2023

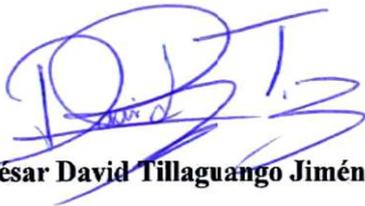
© 2023, César David Tillaguango Jiménez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, César David Tillaguango Jiménez, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 15 de junio de 2023



César David Tillaguango Jiménez

220042375-0

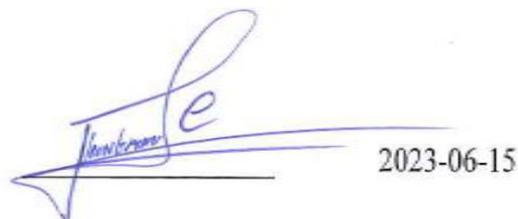
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE FERTIRIEGO Y TRES DOSIS DE GALLINAZA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO ESTABLECIDO DE MORA (*Rubus glaucus* Benth) TUNSHI – CER.**, realizado por el señor: **CÉSAR DAVID TILLAGUANGO JIMÉNEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Victor Alberto Lindao Córdoba PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL


2023-06-15

Ing. Alfonso Leonel Suárez Tapia PhD.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR


2023-06-15

Ing. Cristian Santiago Tapia Ramírez Msc.
ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR


2023-06-15

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a mi familia por ser la inspiración y por darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. Especialmente les dedico a mis padres y hermanos, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

César

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quisiera agradecer a mis padres que me han ayudado y apoyado en todo mi proyecto, así mismo, deseo expresar mi reconocimiento a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO y sus docentes por todas las atenciones e información brindada a lo largo de esta investigación. A todos mis amigos, vecinos y futuros colegas que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

César

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Objetivos	2
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	2
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	2
1.3. Justificación	2
1.4. Hipótesis	3
1.4.1. <i>Hipótesis nula</i>	3
1.4.2. <i>Hipótesis alternativa</i>	3

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Fertiriego.....	4
2.1.1 <i>Ventajas del fertiriego</i>	4
2.1.2 <i>Soluciones nutritivas</i>	5
2.1.2.1 <i>Preparación de soluciones nutritivas</i>	5
2.1.2.2 <i>Fuentes nutrimentales para preparar soluciones nutritivas</i>	6
2.1.2.3 <i>Compatibilidad de los fertilizantes</i>	6

2.2	Materia orgánica	7
2.2.1	Importancia de la materia orgánica	8
2.2.2	Ecoabonaza.....	8
2.2.2.1	Generalidades de la Ecoabonaza.....	8
2.2.2.2	Composición fisicoquímica de la Ecoabonaza.....	8
2.2.2.3	Beneficios de la Ecoabonaza.....	9
2.3	Cultivo de mora	10
2.3.1	Generalidades	10
2.3.2	Origen y distribución.....	10
2.3.3	Descripción botánica	11
2.3.4	Producción del cultivo	12
2.3.5	Variedades	14
2.3.6	Propagación.....	14
2.3.6.1	Propagación asexual.....	14
2.3.6.2	Propagación sexual.....	15
2.3.7	Requerimientos edafoclimáticos	16
2.3.7.1	Suelos	16
2.3.7.2	Temperatura y altitud.....	16
2.3.7.3	Precipitación y humedad relativa	16
2.3.8	Manejo del cultivo	16
2.3.8.1	Preparación del terreno.....	16
2.3.8.2	Siembra	17
2.3.8.3	Podas.....	17
2.3.8.4	Deshierba	18
2.3.8.5	Tutorado.....	18
2.3.8.6	Riego	18
2.3.8.7	Fertilización	18
2.3.9	Plagas y enfermedades	19
2.3.9.1	Plagas.....	19

2.3.9.2 <i>Enfermedades</i>	20
2.3.10 <i>Cosecha</i>	21
2.3.11 <i>Poscosecha</i>	22
2.3.12 <i>Calidad del fruto de mora</i>	22

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO	24
3.1 Enfoque de investigación	24
3.2 Ubicación del ensayo	24
3.2.1 <i>Localización</i>	24
3.2.2 <i>Ubicación geográfica del ensayo</i>	25
3.3 Diseño de investigación	25
3.3.1 <i>Dosis de fertiriego</i>	25
3.3.2 <i>Diseño experimental</i>	26
3.3.3 <i>Esquema del experimento</i>	27
3.3.4 <i>Especificaciones del experimento</i>	27
3.3.5 <i>Análisis funcional</i>	28
3.3.6 <i>Población y selección de la muestra</i>	28
3.4 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación	29
3.4.1 <i>Materiales y equipos utilizados</i>	29
3.4.2 <i>Manejo del ensayo</i>	29
3.4.2.1 <i>Riego</i>	29
3.4.2.2 <i>Fertiriego</i>	31
3.4.2.3 <i>Podas</i>	31
3.4.2.4 <i>Tutorado</i>	32
3.4.2.5 <i>Control de malezas</i>	32
3.4.2.6 <i>Aplicaciones fitosanitarias</i>	32
3.4.3 Métodos de evaluación y toma de datos	33
3.4.3.1 <i>Rendimiento</i>	34

3.4.3.2	<i>Firmeza del fruto</i>	34
3.4.3.3	<i>Diámetro ecuatorial y diámetro polar del fruto</i>	34
3.4.3.4	<i>Peso de 100 frutos</i>	34
3.4.3.5	<i>Volumen de la pulpa</i>	34
3.4.3.6	<i>Sólidos Solubles Totales SST</i>	34
3.4.3.7	<i>Acidez Total Titulable ATT</i>	35
3.4.3.8	<i>Índice de madurez</i>	35
3.4.3.9	<i>Análisis económico</i>	35

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	36
4.1	Procesamiento y análisis de resultados	36
4.1.1	<i>Rendimiento</i>	36
4.1.2	<i>Firmeza del fruto</i>	37
4.1.3	<i>Diámetro polar del fruto</i>	38
4.1.4	<i>Diámetro ecuatorial del fruto</i>	39
4.1.5	<i>Peso de 100 frutos</i>	41
4.1.6	<i>Volumen de la pulpa</i>	42
4.1.7	<i>Sólidos Solubles Totales SST</i>	44
4.1.8	<i>Acidez Total Titulable ATT</i>	45
4.1.9	<i>Índice de madurez</i>	46
4.1.10	<i>Análisis de regresión y correlación de las variables</i>	48
4.1.11	<i>Análisis económico</i>	50
4.2	Discusión de los resultados	52
4.2.1	<i>Relación entre el fertiriego y el rendimiento del cultivo</i>	52
4.2.2	<i>Relación entre el rendimiento y las características de calidad del fruto</i>	54
4.2.3	<i>Análisis económico</i>	59

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES..... 60

RECOMENDACIONES..... 61

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Ventajas de la instalación de un sistema de fertiriego.....	4
Tabla 2-2:	Composición fisicoquímica y nutricional de la Ecoabonaza.....	9
Tabla 3-2:	Principales beneficios de la Ecoabonaza.....	9
Tabla 4-2:	Clasificación taxonómica de la mora.....	10
Tabla 5-2:	Descripción botánica de la mora.	11
Tabla 6-2:	Principales países productores e importadores de mora en el año 2012.....	12
Tabla 7-2:	Principales provincias productoras de mora en Ecuador en el año 2016.....	13
Tabla 8-2:	Principales provincias productoras de mora en Ecuador en el año 2021.....	13
Tabla 9-2:	Tipos de propagación asexual usado en cultivo de mora.	15
Tabla 10-2:	Tipos de podas aplicadas en las plantas de mora.....	17
Tabla 11-2:	Principales plagas que atacan el cultivo de mora.	19
Tabla 12-2:	Principales enfermedades que atacan el cultivo de mora.	20
Tabla 13-2:	Calibre para los frutos de mora de Castilla.....	23
Tabla 14-2:	Requisitos para la comercialización de frutos de mora de castilla en Ecuador.	23
Tabla 1-3:	Coordenadas geográficas del ensayo.....	25
Tabla 2-3:	Cantidad de nutrientes a aplicar en un año.	25
Tabla 3-3:	Cantidad de nutrientes a aplicar en seis meses.	26
Tabla 4-3:	Descripción de los tratamientos en estudio.	27
Tabla 5-3:	Especificaciones del área experimental.....	27
Tabla 6-3:	Esquema del ADEVA para un DBCA en arreglo de parcelas divididas.	28
Tabla 7-3:	Detalles de la población y muestra del ensayo.	28
Tabla 8-4:	Materiales y equipos utilizados en el ensayo.....	29
Tabla 9-3:	Caracterización del riego.....	30
Tabla 10-3:	Productos fitosanitarios usados en el manejo de la mora.....	33
Tabla 1-4:	Análisis de varianza para el rendimiento.....	36
Tabla 2-4:	Prueba de Tukey al 10% para el rendimiento según las dosis de fertiriego.	37
Tabla 3-4:	Análisis de varianza para la firmeza del fruto.	37
Tabla 4-4:	Análisis de varianza para el diámetro polar del fruto.	38
Tabla 5-4:	Prueba de Tukey al 10% para el diámetro polar del fruto según las dosis de fertiriego.....	39
Tabla 6-4:	Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial del fruto.	39
Tabla 7-4:	Prueba de Tukey al 10% para el diámetro ecuatorial del fruto, según la interacción Dosis de fertiriego*Ecoabonaza.....	40

Tabla 8-4: Análisis de varianza para el peso de 100 frutos.....	41
Tabla 9-4: Prueba de Tukey al 10% para el peso de 100 frutos, según la interacción Dosis de fertiriego*Ecoabonaza.	42
Tabla 10-4: Análisis de varianza para el volumen de la pulpa.....	43
Tabla 11-4: Prueba de Tukey al 10% para el volumen de la pulpa, según las dosis de fertiriego.	43
Tabla 12-4: Análisis de varianza para los sólidos solubles totales SST.....	44
Tabla 13-4: Prueba de Tukey al 10% para la variable sólidos solubles totales SST según las dosis de fertiriego.....	45
Tabla 14-4: Análisis de varianza para la acidez total titulable ATT.....	45
Tabla 15-4: Prueba de Tukey al 10% para la variable acidez total titulable ATT según las dosis de fertiriego.....	46
Tabla 16-4: Análisis de varianza para el índice de madurez.....	47
Tabla 17-4: Prueba de Tukey al 10% para la variable índice de madurez IM según las dosis de fertiriego.....	47
Tabla 18-4: Análisis de regresión y correlación entre las variables evaluadas.....	48
Tabla 19-4: Relación Beneficio/Costos de los tratamientos en estudio.	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2: Compatibilidad química para mezclar fertilizantes en seco y estanque.....	7
Ilustración 2-2: Estados de madurez del fruto de mora.....	21
Ilustración 1-3: Localización del ensayo.....	24
Ilustración 2-3: Diseño de la parcela experimental.....	26
Ilustración 1-4: Análisis de regresión lineal entre rendimiento vs diámetro polar del fruto.	48
Ilustración 2-4: Análisis de regresión lineal entre rendimiento vs diámetro ecuatorial del fruto.	49
Ilustración 3-4: Análisis de regresión lineal entre rendimiento vs peso de 100 frutos.....	49
Ilustración 4-4: Análisis de regresión lineal entre rendimiento vs volumen de la pulpa.....	49
Ilustración 5-4: Análisis de regresión lineal entre rendimiento vs acidez total titulable.....	50
Ilustración 6-4: Análisis de regresión lineal entre rendimiento vs índice de madurez.....	50
Ilustración 7-4: Relación Beneficio/Costo de los tratamientos.	52

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS DE AGUA

ANEXO B: ANÁLISIS DE SUELO

ANEXO C: COSTOS DE TECNOLOGÍA DE LOS TRATAMIENTOS

ANEXO D: COSTOS VARIABLES DE LOS TRATAMIENTOS

ANEXO E: PROGRAMA DE FERTIRIEGO PARA LA PRODUCCIÓN DE MORA

RESUMEN

Se evaluó el efecto de tres dosis de fertiriego y tres dosis de Ecoabonaza en el rendimiento de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) en el CER-TUNSHI. Se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) en arreglo de parcelas divididas, donde la parcela grande (A) correspondió a las dosis de fertiriego (Dosis comercial, Dosis alta (más 50 por ciento), Dosis baja (menos 50 por ciento) y agua) y la subparcela (B) a dosis crecientes de Ecoabonaza (0, 1,5 y 3 T.ha⁻¹). La Dosis comercial correspondió en kg.ha⁻¹ (330 N, 60 P₂O₅, 300 K₂O, 74 Ca, 48 Mg, 48 S) a la cual se aumentó y disminuyó en un 50 por ciento siendo estas la dosis alta y dosis baja, respectivamente. El rendimiento fue evaluado cada semana durante 5 meses y se lo expresó en kg.planta⁻¹ y posteriormente en kg.ha⁻¹. Además, se evaluaron las variables de calidad del fruto (Firmeza de la pulpa, diámetro polar y diámetro ecuatorial del fruto, peso de 100 frutos, volumen de la pulpa, Sólidos Solubles Totales (SST), Acidez Total Titulable (ATT) e Índice de Madurez (IM)). Finalmente se hizo un análisis económico de los tratamientos empleando la relación Beneficio-Costo. Los resultados indican que con la Dosis alta de nutrientes se obtuvo el mayor rendimiento acumulado (1,25kg.planta⁻¹ o 3461,67kg.ha⁻¹). Además, el fruto presentó en promedio: Firmeza:3,1N; Diámetro polar:29,9mm; Diámetro ecuatorial:22,8mm; Peso del fruto:5,8g; SST:10 grados Brix; ATT:2,11 por ciento; y fue de mejor calidad cuando las dosis de fertiriego fueron altas y se obtuvo un Beneficio-Costo de 1,20. Se concluye que el rendimiento y la calidad del fruto de mora mostró una respuesta positiva a dosis altas de fertiriego, pero la Ecoabonaza no tuvo mayor influencia.

Palabras clave: <MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus* B.)>, <DOSIS DE FERTIRIEGO>, <ECOABONAZA>, <RENDIMIENTO DE MORA>, <CALIE



1397-UPT-DBRA-2023

SUMMARY

The effect of three doses of fertigation and three doses of Ecoabonaza on the yield of blackberry (*Rubus glaucus* Benth) was evaluated at CER-TUNSHI. A randomized complete block design (RCBD) was used in a split-plot arrangement, where the large plot (A) corresponds to the fertigation doses (Commercial dose, High dose (plus 50 percent), Low dose (minus 50 percent) and water) and the sub-plot (B) to increasing doses of Ecoabonaza (0, 1,5 and 3 T.ha⁻¹). The commercial dose corresponded in kg.ha⁻¹ (330 N, 60 P₂O₅, 300 K₂O, 74 Ca, 48 Mg, 48 S) which was increased and decreased by 50 percent and it was the high and the low dose, respectively. Yield was evaluated every week for five months and expressed in kg.plant⁻¹ and subsequently in kg.ha⁻¹. In addition, fruit quality variables were evaluated (flesh firmness, polar diameter and equatorial diameter of the fruit, weight of 100 fruits, flesh volume, Total Soluble Solids (TSS), Total Titratable Acidity (TTA) and Maturity Index (MI)). Finally, an economic analysis of the treatments was carried out using the Benefit-Cost ratio. The results showed that the highest cumulative yield (1.25kg.plant⁻¹ or 3461,67kg.ha⁻¹) was obtained with the high nutrient dose. In addition, the fruit showed on average: Firmness:3.1N; Polar diameter:29.9mm; Equatorial diameter:22.8mm; Fruit weight:5.8g; TSS:10 degrees Brix; ATT:2.11 percent; and it was of better quality when the fertigation doses were high and a Benefit-Cost of 1.20 was obtained. It is concluded that the yield and quality of blackberry showed a positive response to high doses of fertigation, but Ecoabonaza had no a major influence.

Keywords: <BLACKBERRY (*Rubus glaucus* B.)>, <FERTIGATION DOSE>, <ECOABONAZA>, <BLACKBERRY YIELD>, <FRUIT QUALITY>



Esthela Isabel Colcha Guashpa

CI: 0603020678

INTRODUCCIÓN

La mora es una rosácea silvestre originaria de las zonas altas tropicales y frías de Norteamérica y Centroamérica (OIRSA, 2003; citado en Montalvo, 2010, p.1). Las familias del Ecuador, especialmente las costeñas, consumen este fruto diariamente y en promedio demandan unos 2 kilos por semana. En la actualidad la especie de mayor importancia comercial y económica dentro del género *Rubus* es la mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) la cual en su mayoría se la cultiva en regiones ubicadas entre 1200-3500 m.s.n.m. (Romo, 2019) y en América los mayores productores del cultivo son: Colombia, Ecuador, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, México, Panamá y El Salvador (González et al., 2019, p.10).

En Ecuador la producción de mora se centra en las provincias del callejón interandino en donde las condiciones agroclimáticas son propicias para su establecimiento. Sin embargo, los rendimientos obtenidos llegan apenas a las 6 T/ha siendo una producción baja en comparación con otros países como Colombia o México en donde se obtienen más de 15 T/ha según el Ministerio de Agricultura y Ganadería. Esto se debe a la baja tecnificación en el cultivo por parte de los agricultores en donde muchos de los recursos, como los fertilizantes y agua, no son utilizados eficientemente provocando una baja capacidad productiva en las plantas.

El fertiriego es una técnica novedosa que ayuda a la dosificación fraccionada de fertilizantes juntos con el agua mediante un sistema de riego por goteo. De esa manera se optimiza el uso de los nutrientes por parte de las plantas, obteniendo mayores rendimientos.

Por lo tanto, para obtener una mayor productividad y más réditos económicos en mora o cualquier otro cultivo, se debe implementar un adecuado plan de fertilización acompañado de técnicas que permitan dosificar los nutrientes en las cantidades requeridas según la etapa fenológica en que se encuentre el cultivo.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En el Ecuador, la mora de Castilla representa una fuente de sustento para pequeños y medianos agricultores de la zona interandina del país, pero el manejo inadecuado de la fertilización y la baja tecnificación del cultivo se traduce a pérdidas en el rendimiento del mismo, afectando la economía de los productores que se dedican a tal actividad. De esa manera, novedosas técnicas de producción han sido desarrolladas, un ejemplo es el fertirriego, la cual se presenta como una buena opción para obtener mayores rendimientos del cultivo, gracias a la optimización del uso de agua y productos como fertilizantes, pesticidas y bioestimulantes

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo general*

Evaluar el efecto de tres dosis de fertirriego y tres dosis de gallinaza en el rendimiento del cultivo establecido de mora (*Rubus glaucus* Benth) Tunshi – CER.

1.2.2. *Objetivos específicos*

- ❖ Determinar la mejor dosis de fertirriego en base al rendimiento de la mora.
- ❖ Analizar los componentes de la calidad del fruto de mora.
- ❖ Realizar el análisis económico de los tratamientos.

1.3. Justificación

El fertirriego en el cultivo de mora es una tecnología necesaria para lograr establecer un plan de fertilización que se encuentre acorde con las etapas fenológicas de las plantas con la finalidad de suministrar la dosis adecuada de fertilizantes fraccionando la cantidad durante todo el desarrollo de la planta para obtener los máximos rendimientos del cultivo. Es por eso que, la investigación pretende determinar la mejor dosis de fertilizantes químicos y de gallinaza para maximizar la producción del cultivo de mora.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis nula

Ninguna de las dosis de fertirriego y Ecoabonaza influyen en el rendimiento de la mora.

1.4.2. Hipótesis alternativa

Al menos una de las dosis de fertirriego y Ecoabonaza influyen en el rendimiento de la mora.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Fertiriego

Consiste en inyectar fertilizantes líquidos en el sistema de riego instalado para suministrar a las plantas los elementos nutritivos que requieren en las cantidades y concentraciones adecuadas. Para ello, los fertilizantes sólidos se disuelven en agua en ciertas concentraciones (solución madre) y luego, una cantidad de la solución madre se agrega al flujo de agua en la línea de riego mediante inyectores para finalmente ser suministrada a las plantas que reciben el riego (Dumroese et al., 2012, p.123). En la actualidad el fertiriego es una tecnología muy prometedora en la producción agrícola pues busca mantener una óptima disponibilidad de agua y nutrientes en la zona radicular con el objetivo de obtener el máximo rendimiento potencial del cultivo. Por tal razón estos sistemas de fertiriego se deben manejar adecuadamente para que las raíces estén tomando constantemente el agua y los nutrientes, lo que se traduce en un crecimiento óptimo de la planta según la etapa fenológica en la que se encuentre (Guzmán, 2004, p.9).

2.1.1 Ventajas del fertiriego

Tabla 1-2: Ventajas de la instalación de un sistema de fertiriego.

VENTAJAS	DESCRIPCIÓN
Mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes	Existe una mejor distribución y disponibilidad de los nutrientes gracias a que están disueltos, por lo que las plantas los aprovechan de una mejor manera.
Adaptación a diferentes etapas de desarrollo del cultivo	Los fertilizantes pueden aplicarse automáticamente según la etapa del cultivo (vegetativa, floración, cuajado, cosecha) logrando un alto control del agua y fertilizantes.
Uso de suelos marginales	Se pueden cultivar suelos con baja fertilidad o arenosos y obtener altos rendimientos.
Ahorro de trabajo	El fertiriego no depende de la hora del día y para su ejecución se necesita menor mano de obra.
Posibilidad de utilizar fertilizantes líquidos y gaseosos	Se pueden usar productos líquidos como bioestimulantes, o gaseosos como el amoníaco (NH ₃), el cual reacciona con agua y libera amonio (NH ₄) que es útil para las plantas.

Fuente: (Martínez, 1998, pp.2-3)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

2.1.2 Soluciones nutritivas

Las soluciones nutritivas (agua con los nutrimentos minerales esenciales disueltos en ella) se usan dentro de los programas de fertilización en sistemas de producción agrícola y han contribuido en el aumento del rendimiento y calidad de frutas y hortalizas gracias a un mayor aprovechamiento de los nutrientes suministrados (Preciado et al., 2011, p.689).

Muchas formulaciones de soluciones nutritivas han sido propuestas por diferentes autores, pero la composición de nutrientes más adecuada dependerá de las condiciones climáticas como temperatura y luz solar, así como los requerimientos nutricionales y la etapa fenológica en la que se encuentre el cultivo; además la calidad del agua que se usa para preparar soluciones nutritivas también influye en la concentración de estas (Gómez y Sánchez, 2003, p.58).

2.1.2.1 Preparación de soluciones nutritivas

Martínez (1998, p.15) indica que luego de determinar los tipos de fertilizantes y la cantidad que se necesita disolver, la solución madre se debe preparar en un balde, en donde la solubilidad de los fertilizantes determina la cantidad de agua a utilizar; de esa manera, para preparar una solución nutritiva, primero se debe llenar la mitad del volumen de la solución en un tanque, luego de debe añadir el fertilizante y después agitar la mezcla hasta que todo el fertilizante se disuelva. Seguidamente se debe añadir agua para completar el volumen necesario de solución, agitar nuevamente y por último agregar la solución nutritiva al sistema de riego.

Para agitar la solución en un balde no se requiere la misma energía que se requiere para agitar un estanque, por lo que, en este último caso se debe recurrir a un agitador mecánico para conseguir que la solución nutritiva sea lo suficientemente homogénea (Martínez, 1998, p.15).

Por otro lado, las soluciones nutritivas deben contener los nutrimentos que requieren las plantas para su óptimo desarrollo, diluidos en agua y en las condiciones y dosis adecuadas para una buena absorción de las raíces. De manera general, en una solución nutritiva deben estar presentes al menos: tres macronutrientes principales en forma de cationes (K^+ , Ca^{++} y Mg^{++}); tres macronutrientes principales en forma de aniones (nitratos, fosfatos y sulfatos); adicionalmente los micronutrientes deben estar en una óptima concentración, es decir se debe suministrar en niveles bajos pero adecuados; por último, el pH debe estar en un rango óptimo para una buena disolución de los nutrientes (Arcos, 2013, p.97).

2.1.2.2 Fuentes nutrimentales para preparar soluciones nutritivas

Para los diferentes tipos de sistemas de riego localizado se pueden utilizarse casi todo tipo de fertilizantes, pero preferiblemente deben ser aquellos que tengan una alta solubilidad, por eso es muy importante conocer la estructura química de los fertilizantes y su solubilidad. Algunos fertilizantes son de alta solubilidad (Nitrato de Calcio y Nitrato de Sodio); otros tienen una solubilidad mediana (Cloruro de Potasio, Fosfato Diamónico y Nitrato de Amonio); los fertilizantes menos solubles son el Sulfato de Calcio, Superfosfato Triple y Sulfato de Hierro. Se debe procurar no usar estos productos de solubilidad baja dentro de los programas de fertirrigación y además se debe tomar en cuenta que la combinación de dos o más tipos de fertilizantes puede hacer que la solubilidad disminuya. Aquellos fertilizantes de solubilidad baja tienen que ser preparados en un volumen de agua mayor y en caso de no disponer de un tanque se debe fraccionar el fertilizante en porciones y disolver por separado (Martínez, 1998, pp.10-15).

2.1.2.3 Compatibilidad de los fertilizantes

Cuando se mezcla dos o más tipos de fertilizantes en una misma solución, es posible la reacción de los compuestos que los forman. En general no se debe mezclar fertilizantes con alto contenido de calcio (nitrato de calcio) con ácido fosfórico. La reacción química de ambos productos puede formar fosfato de calcio el cual obstruye los emisores. Tampoco se recomienda aplicar cualquier tipo de ácido (nitríco, sulfúrico o fosfórico) junto a hipoclorito de sodio ya que puede haber desprendimiento de gases tóxicos. En general se debe seguir las recomendaciones señaladas por los fabricantes en los envases de los diferentes productos, en caso de duda, realizar una prueba de compatibilidad (Martínez, 1998, p.16).

La prueba de compatibilidad y solubilidad consiste en colocar el o los fertilizantes a utilizar en un balde con la misma agua que usa para regar y observar la ocurrencia de precipitados o turbidez. Estos fenómenos deberán aparecer en un tiempo de una o dos horas; si hay turbidez, la inyección de esa mezcla en el sistema de riego podría causar el taponamiento en los goteros. Se recomienda utilizar una dilución aproximada a la esperada en las líneas de goteo (Martínez, 1998, pp.16-17).

La siguiente ilustración muestra la compatibilidad de los diferentes fertilizantes usados en fertiriego.

NITRATO DE AMONIO																
E	NITRATO DE CALCIO															
I	I	AMONIACO ANHIDRO														
E	I	L	SULFATO DE MAGNESIO HEPTAHIDRATADO													
I	E	L	E	UREA												
C	I	L	E	E	SULFATO DE AMONIO											
C	I	I	E	L	C	FOSFATO MONOAMONICO										
C	I	I	E	L	C	L	FOSFATO DIAMONICO									
C	I	I	E	L	C	C	C	FOSFATO MONOPOTASICO								
C	L	I	E	L	C	C	C	C	NITRATO DE POTASIO							
C	I	I	E	L	C	C	C	C	C	SULFATO DE POTASIO						
C	I	I	E	L	C	C	I	C	C	C	SULFATO DE MAGNESIO ANHIDRO					
E	L	I	E	L	L	L	L	L	L	L	NITRATO DE MAGNESIO					
L	I	P	I	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	ACIDO FOSFORICO		
L	L	P	I	P	P	L	L	L	L	I	I	L	L	ACIDO NITRICO		
P	I	P	I	P	P	L	L	L	L	I	I	P	L	ACIDO SULFURICO		
S	S	P	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	P	P	P	AGUA

C	Mezcla 100% compatible en seco y en estanque
I	Mezcla incompatible en seco y en estanque, no realizar
E	Mezcla compatible solo en estanque al momento de inyectar
L	Mezcla de compatibilidad limitada en seco y también en agua, usar cantidad limitada
P	Mezcla que genera calor, peligro, siempre aplicar ácidos al agua y no al revés
S	Cantidad soluble en agua limitada por punto de saturación de la sal

Ilustración 1-2: Compatibilidad química para mezclar fertilizantes en seco y estanque.

Fuente: (Arcos, 2013, p.39)

2.2 Materia orgánica

Se refiere a la parte orgánica del suelo conformada por todos los residuos de origen vegetal o animal producidos por actividades agropecuarias y que cumple con una función fundamental en el suelo, pues provee sustancias nutritivas para las plantas (Julca et al., 2006, p.50).

Factores como el aire, humedad, temperatura y microorganismos hacen que la materia orgánica del suelo sufra transformaciones, gracias a un conjunto de procesos fisicoquímicos y biológicos, dando origen, en un tiempo de 3-4 meses, al humus el cual es el estado máximo de disgregación de la materia orgánica y tiene características de mejorador de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Luego, el humus se mineraliza lentamente para formar compuestos que son de fácil absorción para las plantas, estos compuestos son sales minerales que contienen nutrientes. Esta última transformación demora aproximadamente un año, para lo cual deben existir ciertas condiciones ambientales favorables (entre 18-22 °C de temperatura, pH de 6,8 y una adecuada humedad y oxigenación) acompañada de la actividad de microorganismos descomponedores eficaces. De esa manera el humus libera compuestos orgánicos como huminas, ácidos húmicos y fúlvicos teniendo una relación Carbono/Nitrógeno entre 9 y 11, y además conteniendo un 5% de nitrógeno aproximadamente (Suquilanda, 2017, p.38).

La descomposición de la materia orgánica del suelo está influenciada por la temperatura del ambiente. En ese sentido, en las zonas de medias y altas montañas, donde las temperaturas son bajas, se obtienen contenidos altos de materia orgánica en comparación con zonas más cálidas. Por otra parte, se dice que la presencia de cenizas volcánicas también propicia condiciones adecuadas para la acumulación de materia orgánica (Mantilla et al., 2001, p.239).

2.2.1 Importancia de la materia orgánica

La materia orgánica desempeña el papel de mejorador de los suelos cultivados debido a que su presencia tiene un efecto positivo en la estructura del suelo mejorando la permeabilidad y la capacidad de retener agua reduciendo la erosión; por ende, también favorece a la respiración de las raíces. Durante el proceso de descomposición de la materia orgánica se aporta los nutrientes fundamentales para el crecimiento de las plantas (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, cobre, hierro magnesio, etc.) y junto a la arcilla, constituye el complejo de intercambio que facilita la absorción de los nutrientes. Por otro lado, la materia orgánica ayuda a la proliferación de microorganismos a los que proporciona carbono y nitrógeno, es decir sirve de alimento para toda la población biológica que habita en el suelo. Otras funciones que cumple la materia orgánica es elevar la temperatura del suelo, intensificar la fertilidad potencial y aumentar la Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo (Suquilanda, 2017, pp.38-39).

2.2.2 Ecoabonaza

2.2.2.1 Generalidades de la Ecoabonaza

La Ecoabonaza es un tipo de gallinaza misma que corresponde a un abono orgánico obtenido de las heces y residuos de los pollos de engorde criados en granjas. Dichas heces deben ser compostadas, clasificadas y luego procesadas para darle las cualidades deseadas. Este abono orgánico, por el contenido alto de materia orgánica es usado como mejorador de la calidad de los suelos con una baja fertilidad gracias a que aporta los elementos nutritivos esenciales para el desarrollo de las plantas (PRONACA 2012; citado en Núñez, 2014, p.19).

2.2.2.2 Composición fisicoquímica de la Ecoabonaza

La Ecoabonaza es elaborada por distintas empresas, pero la compañía ecuatoriana PRONACA ha establecido ciertas propiedades de este abono orgánico, mismas que son detallados en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2: Composición fisicoquímica y nutricional de la Ecoabonaza.

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR
Humedad	%	21,0
pH	Unidades	6,5 – 7,0
Materia orgánica	%	50,0
N	%	3,0
P	%	25,0
K	%	3,0
Ca	%	3,0
Mg	%	8,0
S	%	6,0
B	ppm	56,0
Zn	ppm	280,0
Cu	ppm	68,0
Mn	ppm	470,0

Fuente: (PRONACA, 2010; citado en Núñez, 2014, p.20)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

2.2.2.3 Beneficios de la Ecoabonaza

La Ecoabonaza aplicada al suelo ofrece los siguientes beneficios:

Tabla 3-2: Principales beneficios de la Ecoabonaza.

Mejora la estructura del suelo y en suelos arcillosos disminuye la cohesión.	Incrementa la porosidad facilitando las interacciones del agua y el aire en el suelo.
Mejora las propiedades químicas de los suelos, evitando la pérdida de nitrógeno.	Es fuente de carbono orgánico para el desarrollo de microorganismos benéficos.
Favorece la movilización del P, K, Ca, Mg, S y elementos menores.	Aumenta el poder amortiguador con relación al pH del suelo.
Minimiza la fijación del P por las arcillas.	Regula la temperatura del suelo.

Fuente: (Núñez, 2014, pp.19-20)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

2.3 Cultivo de mora

2.3.1 Generalidades

La mora de castilla es una fruta muy apetecida por su atractiva apariencia, su exquisito sabor y aroma, además de sus características nutritivas como el contenido de calcio, hierro, Vitamina C, ácidos orgánicos, y fibra (González et al., 2019, p.10). Las familias del Ecuador, especialmente las costeñas, la consumen a diario demandando aproximadamente 2 kilos por semana. En la actualidad, la productividad de la mora de castilla se ha visto limitada debido a una serie de problemáticas como lo son las plagas y enfermedades, un inadecuado plan de fertilización acompañado de la inexperiencia en cuanto al manejo y técnicas del cultivo. Por lo tanto, las zonas productoras del cultivo, ubicadas en la Sierra centro, no obtienen los rendimientos esperados siendo estos menores a los 5 kilogramos de fruta por planta en cada ciclo (Martínez, 2007; citado en Pérez, 2011, p.4).

Tabla 4-2: Clasificación taxonómica de la mora.

TAXONOMÍA	
Reino	Vegetal
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Arquiclamídea
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Género	Rubus
Especie	Glaucus
Nombre científico	<i>Rubus glaucus</i> Benth
Nombre vulgar	Mora de castilla

Fuente: (Alencastro, 2011; citado en Aldaz 2021, p.9)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

2.3.2 Origen y distribución

La mayoría de las variedades del género *Rubus* son silvestres y provienen de lugares de América del Norte, Europa y Asia en donde se presentan climas templados y fríos (Montalvo 2010; citado en Aldaz, 2021, p.8). Por otro lado, la mora de castilla fue descrita por primera vez por Benth, aunque la descubrió Hart y se dice que tiene su origen en los trópicos altos de países andinos como Ecuador, Colombia, Honduras, México, Panamá, Guatemala y El Salvador (Moraberry, 2017; citado en Cevallos 2020, p.21).

Se estima que el género *Rubus* engloba a unas 750 especies de moras y frambuesas, de las cuales apenas unas nueve tienen un alto valor comercial y son ampliamente cultivadas dentro del continente americano. Todas estas especies presentan muchas variaciones morfológicas pudiéndose encontrar cultivares leñosos, herbáceos, semiarbusivos, rastreros y trepadores. Pero sin duda, la especie de mayor importancia comercial en el Ecuador es la mora de castilla (*Rubus glaucus*), destacando la variedad con espinas y la de sin espinas (ANDIMORA) obtenida por el INIAP (Martínez et al., 2019, p.64).

La mora era un frutal que se lo encontraba de manera silvestre en varios países andinos de América, pero a partir del año 1921 empezó a ser cultivada en pequeños minifundios gracias a sus propiedades nutricionales y organolépticas (Pérez, 2011, p.6). En la actualidad se ha vuelto muy conocida y se ha extendido casi a todo el mundo siendo Estados Unidos, México y China los máximos productores de este fruto (Saltos et al., 2020, p.34).

2.3.3 Descripción botánica

Tabla 5-2: Descripción botánica de la mora.

RAÍZ	TALLO	HOJAS
La raíz principal típica de las moras es de tipo pivotante, mientras que las raíces secundarias son más superficiales llegándose a encontrar entre los 10 y 20 centímetros en suelos de textura franca.	Es rastrero o semi erguido, forma macollas en su base y emiten ramas vegetativas continuamente. La longitud varía entre 3-4m y el diámetro entre 1,5-2,5cm. Poseen espinas y se pueden ramificar en tallos secundarios y terciarios; la consistencia es leñosa cuando está maduro y su color puede ir del cenizo al rojo, cubiertos de un polvo blanquecino, verde o café oscuro.	Compuestas por tres foliolos, tienen disposición alterna, con forma ovada-lanceolada y bordes aserrados. La mayoría de las hojas tienen su haz de color verde, mientras que su envés es blanquecino.
FLORES	FRUTOS	
Están ubicadas al final o en toda la rama formando racimos. Son de color blanco y pueden medir entre 2-2,5cm de diámetro. Poseen un receptáculo opulento y los pistilos se extienden en drupas pequeñas, mismas que después de fecundada la flor, se convertirán cada una en un fruto carnoso en donde el mesocarpio contendrá una semilla en forma de pequeña pepa en su interior.	Son compuestos y están conformados por un conjunto de drupas, las cuales poseen una pequeña semilla interiormente. El fruto tiene mayor longitud que anchura y en el ápice tiene forma de punta, por ende, se dice que corresponde a un fruto cónico. Las bayas de mora pueden tener un diámetro mayor entre 5-20 mm y su longitud varía entre 10-40 mm.	

Fuente: (Casaca, 2005, p.3; Cevallos, 2020, p.23; Gómez, 2004, p.45; González et al., 2019, p.10; Bolaños et al., 2020, p.20).

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

2.3.4 Producción del cultivo

La etapa de producción en la mora inicia a los 8 o 12 meses luego del trasplante en campo, aunque la duración de esta dependerá de la variedad sembrada, así como del manejo del cultivo y las condiciones agroclimáticas de la zona (Bolaños et al., 2020, p.22).

Tabla 6-2: Principales países productores e importadores de mora en el año 2012.

N°	País	Producción (Ton)	País	Importación (Ton)
1	Irán	182 000	Estados Unidos	404 595
2	Vietnam	150 000	Canadá	240 613
3	México	139 803	Reino Unido	111 055
4	Papúa Nueva Guinea	106 500	Alemania	74 844
5	Italia	83 000	Francia	68 839

Fuente: (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015, p.10)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

Para el año 2021 el principal exportador de mora fue España con el 23% del total de las exportaciones, seguido por México y Estados Unidos con un 21% y 16% de participación respectivamente. Así mismo, el principal importador de mora fue Estados Unidos, seguido de Alemania y Canadá (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2021, p.2).

Por otro lado, en nuestro país las principales zonas productoras de mora de castilla se localizan en los valles del callejón interandino y en las colinas de la sierra, especialmente en las provincias de Tungurahua, Chimborazo, Cotopaxi, Bolívar, Pichincha, Imbabura y Carchi, cuyas características agroecológicas permiten mantener la producción todo el año, siendo los pequeños y medianos productores quienes han establecido el cultivo (Martínez et al., 2013, p.2).

La fruta ha llegado a tener una importancia considerable en el país desde el 2007 cuando se registró un total de 5247 hectáreas, las cuales se encontraban en propiedad de pequeños productores convirtiéndose en un cultivo de suma importancia para el bienestar de estas familias. En el 2015, la provincia que tuvo mayor producción de mora fue Bolívar con 13210 T/año, lo que equivale al 39% del total nacional con un rendimiento de 6,9 T/ha, y en segundo lugar se encuentra la provincia de Tungurahua con un aporte del 33% en la producción de mora

a nivel nacional y un rendimiento de 8 T/ha, siendo el más alto si se compara con las demás provincias productoras del cultivo (Iza et al., 2020, p.48; Saltos et al., 2020, p.34; Aldaz, 2021, p.2).

La situación en los años posteriores fue similar a lo descrito anteriormente, y esto se muestra en la Tabla 7-2 y Tabla 8-2.

Tabla 7-2: Principales provincias productoras de mora en Ecuador en el año 2016.

Nº	Provincia	Producción (t)	Superficie cultivada (ha)	Rendimiento (t/ha)	Participación (%)
1	Bolívar	13 210	1 902	6,90	39
2	Tungurahua	11 144	1 390	8,00	33
3	Cotopaxi	6 817	1 082	6,30	20
4	Carchi	1 166	220	5,30	3
5	Chimborazo	340	71	4,80	1
6	Otras provincias	1 532	383	4,00	4

Fuente: (Barrera et al., 2016, p.22)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

Para el año 2021, las provincias en donde se concentró principalmente la producción nacional de mora fueron:

Tabla 8-2: Principales provincias productoras de mora en Ecuador en el año 2021.

Nº	Provincia	Producción (t)	Superficie cultivada (ha)	Rendimiento (t/ha)	Participación (%)
1	Bolívar	6 823	1 845	3,70	41,51
2	Tungurahua	6 373	880	7,24	38,77
3	Cotopaxi	2 783	563	4,94	16,93
4	Chimborazo	233	66	3,54	1,42
5	Imbabura	168	85	1,97	1,02
6	Pichincha	33	31	1,08	0,20
7	Otras provincias	25	38	0,46	0,15

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2021, p.3)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

2.3.5 Variedades

Las primeras variedades de las que se tiene registro son las llamadas Dorchester, Snyder, Evergreen e Himalaya, las cuales se obtuvieron a partir de trabajos iniciados desde el siglo XIX intentando desarrollar cultivares con mejores características. A finales de ese mismo siglo las primeras variedades se introdujeron en los Estados Unidos (Cárdenas, 2013, p.6).

En nuestro país se pueden encontrar 4 variedades comunes que son la Castilla, Brazos (Texas), Ollalie (Oregon), Cherokee y Cheyenne (Arkansas) Gato y Criolla, mismas que requieren similares condiciones agroecológicas, aunque ninguna de ellas ha logrado sobrepasar en atributos de calidad a la mora de castilla y por ello no se ha extendido su cultivo (INIAP 2000; citado en MAGAP, 2014, p.1; Viteri et al., 2016, p.45).

En el 2013 el INIAP liberó una nueva variedad denominada INIAP ANDIMORA-2013, la cual no tiene espinas y se obtiene de una mutación de la semilla sexual de mora con espinas. Esta nueva variedad presentó una productividad alta además de una buena calidad del fruto lo que la hace apta para su comercialización (Martínez et al., 2013, p.1).

2.3.6 Propagación

Puede hacerse de manera sexual o asexual, siendo la propagación asexual la más recomendable por su eficiencia y porque se requieren menor cantidad de recursos económicos. La propagación sexual solo se realiza con fines experimentales en laboratorios de biotecnología ya que las semillas tienen una tasa germinativa muy baja, y las plantas obtenidas por este método desarrollan un crecimiento retardado (Casaca, 2005, p.4).

2.3.6.1 Propagación asexual

Se puede propagar mediante estacas o acodos, en ambos casos se deberían usar ramas hembras para propagar, pero prácticamente los agricultores usan ramas machos por ser más vigorosas y para no interrumpir la etapa de producción del fruto de mora. Las ramas hembras o productivas se caracterizan por ser medianamente gruesas, más que las ramas látigos, pero menos que las vegetativas, además tiene un crecimiento vertical y en su ápice las hojas están abiertas. En cambio, las ramas vegetativas son bien gruesas con espinas y en su ápice posee hojas cerradas (Franco y Giraldo, 2014; citado en Cevallos, 2020, p.24).

La propagación por acodo es una técnica que consiste en hacer enraizar a un tallo que aún está unido a la planta madre, siendo idénticas todas las plantas propagadas. En cambio, las estacas son ramas que se cortan con una tijera de podar a las cuales se enraizará posteriormente (Franco y Giraldo, 2001, pp.7-9).

Tabla 9-2: Tipos de propagación asexual usado en cultivo de mora.

TIPOS DE PROPAGACIÓN ASEXUAL	
Propagación por acodos	<p>Acodo de punta</p> <p>Se entierra la punta de una rama en el suelo o en recipientes con tierra para hacer que broten raíces de sus yemas. Luego de un mes se corta la rama a 50 cm del suelo y la planta ya estará lista para ser trasplantada. Solo se obtiene una planta por cada rama, pero esta es muy vigorosa.</p> <p>Acodo rastrero</p> <p>En este caso se escoge una rama larga a la cual se la tiende en el piso sin separarla de la planta madre y se la cubre con tierra cada 25 centímetros, lugar en donde nacerán las nuevas plantas, que luego de 1 a 3 meses ya están listas para ser trasplantadas.</p>
Propagación por estacas	<p>Consiste en cortar trozos de ramas de unos 35cm de largo y 1cm de diámetro que contengan al menos 3 yemas. Estas estacas son sembradas directamente en macetas aplicando fitohormonas para un buen enraizamiento y además es necesario aplicar parafina en la parte superior de las estacas para evitar entrada de hongos o deshidratación.</p>

Fuente: (Casaca, 2005, p.4; Cevallos, 2020, p.25)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

2.3.6.2 *Propagación sexual*

Consiste en usar las semillas provenientes de ramas altamente productivas, sanas y vigorosas para generar nuevas plantas y conservar la buena genética de la planta madre. Tiene algunas desventajas como una germinación retardada, baja tasa germinativa y las plantas obtenidas por este método tienen un lento desarrollo, por ello es poco recomendado y usado (Erazo, 2009; citado en Cevallos, 2020, p.26; Franco y Giraldo, 2001, p.7).

2.3.7 *Requerimientos edafoclimáticos*

2.3.7.1 *Suelos*

El suelo ideal para las plantas de mora debe tener un adecuado drenaje, buena disponibilidad de agua, y un alto contenido de materia orgánica; además, su profundidad efectiva debe ser mayor a un metro siendo los suelos francos los ideales para su cultivo, debe procurarse que tenga una buena retención de humedad pero que evite el encharcamiento. El pH óptimo se encuentra en torno a 5,7 en donde se han observado mayores rendimientos (Bolaños et al., 2020, p.23; Baraona, 1998; citado en Cárdenas, 2013, p.9).

2.3.7.2 *Temperatura y altitud*

Las temperaturas ideales para dar una mejor producción se encuentran entre los 11 y 18°C. El rango óptimo de altitud para cultivar mora se encuentra en un rango desde los 1 800 hasta los 2 400 msnm. Aunque se puede adaptar desde los 1 200 hasta 3 500 msnm, pero con menor potencial productivo, ya que, al establecer el cultivo en otras condiciones fuera de los rangos indicados, se experimentan problemas en cuanto al rendimiento y la calidad de los frutos de mora (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015, p.11; Bolaños et al., 2020, p.23).

2.3.7.3 *Precipitación y humedad relativa*

El cultivo de mora necesita entre 1500 y 2500 mm de precipitación anualmente. Pero cuando se cultiva en zonas con precipitación alta se debe procurar que el suelo tenga cierta inclinación para evitar que el agua se encharque. La humedad relativa para un óptimo desarrollo productivo de las plantas se encuentra en un rango del 70 al 80% (Bolaños et al., 2020, p.23).

2.3.8 *Manejo del cultivo*

2.3.8.1 *Preparación del terreno*

Se tiene que seleccionar un lote que cumpla con las condiciones edafoclimáticas requeridas por el cultivo y luego si es necesario se debe aplicar con al menos una semana de anticipación algún correctivo de pH u otro abono orgánico para aumentar la materia orgánica del suelo. Luego se debe realizar un arado primario en caso de necesitar que el suelo se descompacte, para lo cual se recomienda usar un arado de vertedera ya que cause menor erosión. Y después es necesario

realizar un arado secundario que consiste en pasar la rastra sobre el suelo para mullir los terrones y nivelar el suelo (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015, p.17).

2.3.8.2 *Siembra*

Los hoyos para sembrar las plántulas de mora deben medir aproximadamente 40×40×40 cm. Luego se mezcla 1 o 2 kg de materia orgánica con el suelo que se extrajo del hoyo para posteriormente cubrir el tallo de las plantas de mora. En lo que concierne a la distancia de siembra, estas pueden ser de 1,5-2,5 metros entre plantas y 2-2,5 metros entre surcos. Sin embargo, lo que más se recomienda es usar distancias de 2 metros entre plantas y 3 metros entre hileras con la finalidad de dar una adecuada aireación a las plantas y así reducir las condiciones para el desarrollo de enfermedades (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015, p.19; Bolaños et al., 2020, p. 33; González et al. 2019, p.14).

2.3.8.3 *Podas*

Tabla 10-2: Tipos de podas aplicadas en las plantas de mora.

TIPOS DE PODAS	DESCRIPCIÓN
De formación	Consiste en dejar alrededor de 6 a 10 ramas por planta y cortar aquellas quebradas, torcidas o que estén en exceso. La poda se realiza cuando las plantas están en su etapa de crecimiento, antes de la primera cosecha.
De producción y saneamiento	Se cortan las ramas látigo y las ramas que han producido hurtos y ya se han cosechado con la finalidad de estimular el crecimiento de nuevas ramas productivas. También se poda todo el material vegetativo enfermo.
De renovación	A los 10 años del ciclo, se cortan todos los tallos y se cubren con parafina para renovar toda la plantación.

Fuente: (Casaca, 2005, p.6; Cevallos 2020, p. 28)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

2.3.8.4 *Deshierba*

Las arvenses compiten por espacio, agua, luz y nutrientes con las plantas de mora, además sirven de hospederos para insectos y microorganismos, por eso deben controlarse. El método mecánico es el más tradicional para eliminar arvenses del lote de mora mediante el uso de un machete, guadaña o azadón, aunque también es común utilizar coberturas vivas y mulch como otras alternativas para el manejo de arvenses (Bolaños et al., 2020, pp.31-33).

2.3.8.5 *Tutorado*

Generalmente se lo realiza al tercer o cuarto mes luego de haber sido sembrado el cultivo y consiste en instalar un sistema de soporte para las plantas, ya que tienen un hábito de crecimiento rastroso. Este soporte permite mantener levantada a las plantas y así se tiene una buena fluidez de la aireación por todos los surcos. Los principales tipos de sistemas de tutorados son: de espalda en T sencilla, de espaldera doble, de espaldera compuesta, de cama con dos alambres, y soporte con andamio de madera (Bolaños et al., 2020, p.34).

2.3.8.6 *Riego*

Para una buena producción, las plantas de mora deben recibir unos 30 mm de agua semanales suministrados preferiblemente por un sistema de riego por goteo, ya que optimiza el uso de agua y se adapta a cualquier terreno. Se debe procurar regar durante la floración y maduración del fruto para aumentar los rendimientos (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015, p.27).

2.3.8.7 *Fertilización*

Esta labor se la debe realizar previa a un análisis del suelo con el objetivo de mantener niveles óptimos de los nutrientes. Además, para tener un buen calendario de nutrición se debe tomar en cuenta la extracción de nutrientes de las plantas y el requerimiento de nutrientes según su etapa fenológica, y así poder fraccionar los abonos correctamente para un mejor aprovechamiento del mismo. Durante el desarrollo vegetativo y producción de frutos es fundamental agregar nitrógeno, fósforo y potasio. También es necesario el magnesio y cobre para una óptima actividad fotosintética, y el zinc, hierro y magnesio para una buena floración y fructificación (Bolaños et al., 2020, pp.36-37; Cámara de Comercio de Bogotá, 2015, p. 27).

2.3.9 Plagas y enfermedades

2.3.9.1 Plagas

Tabla 11-2: Principales plagas que atacan el cultivo de mora.

PLAGA	AGENTE CAUSAL	DESCRIPCIÓN
Ácaros o araña roja	<i>Tetranychus urticae</i>	Forman una telaraña en el envés de las hojas por lo que se deforma, se amarilla y luego cae. También pueden deformar frutos en casos graves de infestación de la plaga. Para su control es necesario contar con buena aireación y eliminar arvenses que sirvan de hospederos y propagación de los ácaros.
Mosca y gusano de la fruta	<i>Anastrepha spp;</i> <i>Ceratitis c.</i>	Ataca a los frutos maduros donde pone sus huevos y luego las larvas los dañan haciendo imposible su comercialización. Para su manejo se debe cosechar los frutos oportunamente, también es posible instalar trampas McPhail (8mm de proteína hidrolizada+1lt de agua+1g de B+2mm de un insecticida cualquiera).
Barrenador del tallo	<i>Epialus spp</i>	Las larvas penetran por la base de la planta y construyen galerías dentro del tallo, este se engrosa al nivel del cuello, se necrosa y al final causa la muerte de la planta. Para manejar este insecto se debe mantener la corona de las plantas libres de arvenses y evitar realizar heridas en los tallos. También se usan productos químicos insolubles en agua y se los aplica por el sitio donde ingresan los insectos.
Trips	<i>Frankliniella spp</i>	Ponen los huevos dentro del tejido vegetal, en donde las larvas se alimentan de los mismos causando caída de pétalos, deformaciones del fruto, y pudiendo transmitir virus. Para su manejo es recomendable utilizar biocontroladores como <i>Orius sp.</i> , <i>Amblyseius cucumeris</i> y <i>A. ibarberi</i> .

Fuente: (Bolaños et al., 2020, pp.61-62; Pérez, 2011, pp.16-17)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

2.3.9.2 Enfermedades

Tabla 12-2: Principales enfermedades que atacan el cultivo de mora.

ENFERMEDAD	AGENTE CAUSAL	DESCRIPCIÓN
Mildiú veloso	<i>Peronospora sparsa</i>	Deforma y enrolla las hojas debido a la formación de estructuras reproductoras en el envés. Cuando alcanza los frutos estos pierden brillo, maduran uniformemente, se deforman y no completan su llenado. Se recomienda usar biocontroladores preventivos a base de <i>Trichoderma</i> o extractos vegetales.
Mildiú polvoso	<i>Oidium sp..</i>	Causa hojas deformes, enrolladas y en su envés aparece un polvo blanquecino. Los frutos también se deforman y no completan su llenado. Para su manejo se recomienda podas fitosanitarias y de mantenimiento, una correcta fertilización y aplicación de fungicidas a base de azufre.
Antracnosis	<i>Colletotrichum spp</i>	Los brotes nuevos y botones florales se necrosan y mueren, mientras que los frutos experimentan deshidratación, necrosis y pudrición húmeda. Para su control se recomienda aplicar <i>Trichoderma</i> , extractos vegetales y podar las ramas y frutos enfermos. Control químico con productos a base de cobre en rotación con difenoconazol, azoxystrobin y tebuconazol.
Pudrición del fruto o moho gris	<i>Botrytis cinerea</i>	Los frutos atacados presentan zonas acuosas en donde luego se visualizan un grupo de hifas y conidios de color marrón grisáceo que pueden llegar a cubrir todo el fruto. Para su control se debe tener buena aireación entre las plantas y realizar podas fitosanitarias constantes para eliminar ramas y frutos que tengan síntomas de la enfermedad. Aplicar bioplaguicidas a base de <i>Trichoderma</i> e ingredientes activos como azoxystrobin, y thiram + pyrimetamil.
Marchites y pudrición de las raíces	<i>Verticillium sp., Fusarium sp. y Rosellinia sp.</i>	Causan marchitez de los tallos, hojas y ramas jóvenes; luego se doblan los ápices de los tejidos y se tornan de color azuloso. Después las hojas se amarillan, necrosan y mueren en conjunto con la planta. Para su control se recomienda tener un suelo con buen drenaje y cuando la enfermedad se presente retirar las plantas afectadas y enterrarlas. Usar microorganismos como <i>Trichoderma</i> .

Fuente: (Bolaños et al., 2020, pp.50-59)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

2.3.10 Cosecha

Alrededor de los ocho meses luego del trasplante se inicia la cosecha del fruto maduro, el cual posee la característica de tener un color vino tinto brillante. No se debe cosechar en estado inmaduro ya que los frutos no cumplen con las características organolépticas y se reduce el rendimiento notablemente debido a que aún no se alcanza el peso ideal del fruto maduro. En cambio, si los frutos se cosechan en un estado avanzado de madurez, su vida útil en la poscosecha será muy corta (Salazar, 1992; citado en Pérez, 2011, p.33).

El fruto de mora se debe cosechar con mucho cuidado pues es muy susceptible a lesiones y daños mecánicos. Muchas veces, durante la cosecha el recolector suele sostener una gran cantidad de frutos en la mano, produciendo magulladuras y expulsando un jugo que contiene azúcares lo que genera un buen sustrato para el desarrollo de *Botrytis*. Por ello, la fruta con destino a la exportación se debe recoger agarrando la fruta delicadamente con el pulgar y el dedo índice para luego arrancarla de la planta con un suave movimiento. Adicionalmente se puede llevar contenedores para separar la fruta destinada a exportación, de la que se consumirá internamente y el desperdicio. También se puede realizar la cosecha en un mismo recipiente para luego realizar una clasificación en la empacadora (Casaca, 2005, pp.8-9).

La cosecha de los frutos debe estar bien planificada según el requerimiento del mercado, grado de madurez de los frutos, tipo de transporte, rutas, hora de entrega etc. Esta se debe realizar en las horas frescas del día y cuando ya no haya rocío en el aire, de esa manera se evita la exposición del fruto a la humedad y se reduce el deterioro y el ataque de patógenos al fruto. El estado de madurez adecuado para la cosecha de los frutos es el 4 según la NTC 4106 (Ilustración 2-2) y es necesario capacitar a los recolectores antes de la actividad. Además, se debe desinfectar las botas, ropa y demás herramientas que se vayan a emplear en la cosecha (Bolaños et al., 2020, pp.67-70).



Ilustración 2-2: Estados de madurez del fruto de mora.

Fuente: (Incontec, 1997; citado en Bolaños et al., 2020, p.70)

2.3.11 *Poscosecha*

El manejo poscosecha tiene como fin mejorar el aspecto externo, así como mantener las cualidades organolépticas y nutricionales de los frutos. La mora tiene una alta tasa respiratoria, por lo que tiene una corta vida en poscosecha y por ende es un fruto altamente perecedero (Franco et al., 2020, p.310).

La mora pasa por algunas etapas durante el período de poscosecha. La primera es el acondicionamiento que consiste en seleccionar a los frutos sanos y libres de deformaciones, además que cumplan con los requerimientos para su comercialización. Esto se lo hace durante la cosecha para evitar la manipulación en exceso durante las siguientes etapas. A continuación, el fruto es llevado a un centro de acopio (lugar fresco) que sea ideal y donde se puedan proteger del sol y de insectos con el fin de conservarlos en buen estado hasta transportarlos hacia su mercado destino. Su transporte debe ser en contenedores o recipientes ideales para evitar que los frutos se deterioren por daños mecánicos. Finalmente, la conservación del fruto de mora, en términos generales, se recomienda que sea a una temperatura promedio de 5°C y una humedad relativa del 85 al 90%, pudiendo durar hasta 14 días en óptimas condiciones de consumo (Bolaños et al., 2020, pp.72-76; Franco et al., 2020, pp. 310-317).

2.3.12 *Calidad del fruto de mora*

Los frutos de mora se caracterizan por ser altamente perecederos, teniendo una vida poscosecha de hasta 5 días en percha. La calidad de los frutos está altamente influenciada por el estado de madurez durante su cosecha, por los cambios fisicoquímicos que ocurren durante su maduración y también por la manipulación de los frutos durante las actividades poscosecha (Saltos et al., 2020, pp.34-35).

La calidad de los frutos de mora se refiere a una serie de factores que determinan si los frutos se encuentran aptos o no para el consumo del ser humano; dentro de estas características están: textura, inocuidad, apariencia, tamaño, sabor, dulzor, nutrientes, entre otros (Franco et al., 2020, p.338).

En cuanto al calibre de los frutos de mora, según la normativa ecuatoriana (NTE INEN 2427: 2010) existen tres categorías para su clasificación:

Tabla 13-2: Calibre para los frutos de mora de Castilla.

Calibre	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Peso (g)
Grande	> 25	> 25	> 8,7
Mediano	25 – 18	25 – 20	6,1 – 8,6
Pequeño	< 18	< 20	< 6

Fuente: (NTE INEN 2427, 2010, p.2; Saltos et al., 2020, p.37)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

Tabla 14-2: Requisitos para la comercialización de frutos de mora de castilla en Ecuador.

Parámetro	Descripción
Aspecto	Deben estar las drupas enteras y tener su forma cónica característica, frescas en aspecto, de consistencia firme y con su respectivo cáliz.
Color	El color de los frutos debe ser uniforme y acorde al estado de madurez. El grado de madurez para su comercialización es el 3 y 4 según la Ilustración 2-2.
Inocuidad	Deben ser frutos limpios y libres de ataques de organismos patógenos, sin sabores, olores ni otro material extraño. Deberán respetar el límite máximo de residuos de plaguicidas establecidos en el <i>Codex Alimentarius</i> .
Sólidos Solubles Totales (SST)	9 ° Brix
Acidez Total Titulable (ATT)	1,8% de ácido cítrico
Índice de madurez	5 (SST/ATT)
Firmeza	1,96 N
Ph	3,72

Fuente: (NTE INEN 2427, 2010, pp.3-4; Iza et al., 2020, p.52)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de investigación

El presente trabajo es una investigación que se realizó con la finalidad de guiar a los pequeños y medianos productores de mora de la zona central de la Sierra con un plan de fertilización para el cultivo tomando en cuenta las etapas fenológicas del mismo para optimizar los recursos empleados y así obtener mayores rendimientos.

3.2 Ubicación del ensayo

3.2.1 Localización

La investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental del Riego ubicado en la Estación Experimental Tunshi (ESPOCH) perteneciente a la parroquia Licto, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.



Ilustración 1-3: Localización del ensayo.

Fuente: Google Earth

3.2.2 Ubicación geográfica del ensayo

Tabla 1-3: Coordenadas geográficas del ensayo

Coordenadas	
Latitud	-1,7507457 °
Longitud	-78,6272582 °
Altitud	2 726 msnm

Fuente: Google Earth

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

3.3 Diseño de investigación

3.3.1 Dosis de fertiriego

El experimento se lo realizó en un cultivo establecido de mora que tenía 1 año de ser trasplantado, en el cual ya estaba aplicado el abono orgánico (EcoAbonaza). Para determinar la cantidad de nutrientes a aplicar al cultivo de mora mediante fertiriego, se procedió primero a calcular la dosis comercial (DC) de nutrientes en base a la hoja de cálculo propuesta por INTAGRI según análisis de suelo y de agua; posteriormente esta dosis de nutrientes se aumentó y disminuyó en un 50%. Las dosis se detallan a continuación:

Tabla 2-3: Cantidad de nutrientes a aplicar en un año.

DOSIS DE FERTIRRIEGO	CANTIDAD DE NUTRIENTES (kg/ha/año)					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S
DC*	330	60	300	74	48	48
DC + 50%	495	90	450	111	72	72
DC – 50%	165	30	150	37	24	24

DC*= Dosis comercial de fertilizantes recomendada para fertiriego

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

Dado que esta investigación tuvo una duración de 6 meses, se tuvo que dividir a la mitad la cantidad de nutrientes requeridos anualmente por el cultivo, mismo que son mostrados en la tabla anterior.

Tabla 3-3: Cantidad de nutrientes a aplicar diariamente.

DOSIS DE FERTIRRIEGO	CANTIDAD DE NUTRIENTES (ppm/día)					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S
DC*	0,84	0,15	0,76	0,19	0,12	0,12
DC + 50%	1,26	0,23	1,14	0,28	0,18	0,18
DC – 50%	0,42	0,08	0,38	0,10	0,06	0,06

DC*= Dosis comercial de fertilizantes recomendada para fertirriego

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

3.3.2 *Diseño experimental*

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) en arreglo de parcelas divididas, en donde la parcela grande (A) está constituida por las dosis de fertirriego (A1:dosis comercial; A2:dosis alta; A3:dosis baja; A4:agua), y la subparcela (B) por cantidades incrementales de Ecoabonaza (B1:0T/ha; B2:1,5T/ha; B3:3T/ha). A continuación, se detalla el diseño de la parcela experimental:

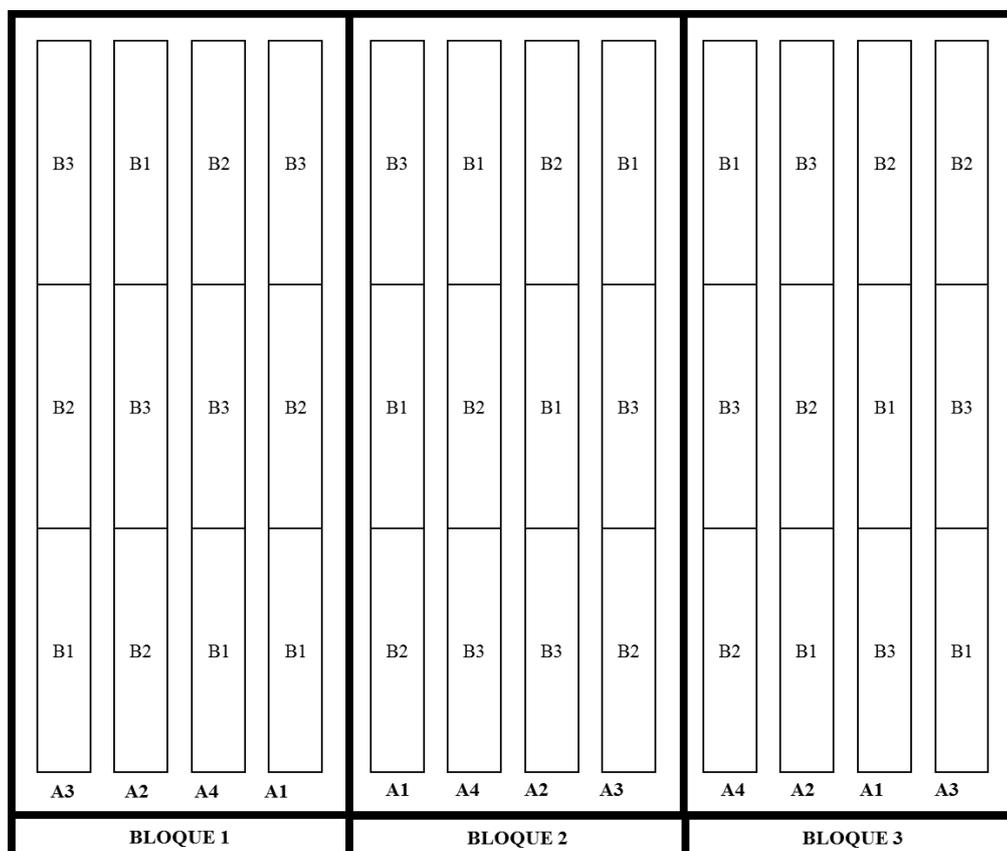


Ilustración 2-3: Diseño de la parcela experimental.

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

3.3.3 Esquema del experimento

Tomando en cuenta que se aplican cuatro niveles de fertirriego (incluido el testigo) y tres dosis incrementales de gallinaza (Ecoabonaza), se tienen los siguientes tratamientos en estudio:

Tabla 4-3: Descripción de los tratamientos en estudio.

CÓDIGO TRATAMIENTO	DENOMINACIÓN	CÓDIGO TRATAMIENTO	DENOMINACIÓN
A1B1	DC + 0 T gallinaza/ha	A3B1	DC-50% + 0 T gallinaza/ha
A1B2	DC + 1,5 T gallinaza/ha	A3B2	DC-50% + 1,5 T gallinaza/ha
A1B3	DC + 3 T gallinaza/ha	A3B3	DC-50% + 3 T gallinaza/ha
A2B1	DC+50% + 0 T gallinaza/ha	A4B1	Testigo + 0 T gallinaza/ha
A2B2	DC+50% + 1,5 T gallinaza/ha	A4B2	Testigo + 1,5 T gallinaza/ha
A2B3	DC+50% + 3 T gallinaza/ha	A4B3	Testigo + 3 T gallinaza/ha

DC= Dosis comercial de fertilizantes recomendada para fertirriego

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

3.3.4 Especificaciones del experimento

Tabla 5-3: Especificaciones del área experimental.

PARÁMETRO	NIVELES
Dosis de fertirriego (A):	4
Niveles incrementales de gallinaza (B):	3
Número de tratamientos (A x B):	12
Número de bloques:	3
Unidades experimentales totales:	36
Área de la unidad experimental:	22,6 m ²
Área total del ensayo:	814 m ²

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

3.3.5 Análisis funcional

Se realizó el análisis de varianza y se determinó el coeficiente de variación expresándolo en porcentaje. Cuando existieron diferencias significativas, se utilizó Tukey al 10% para separar medias. A continuación, se presenta el esquema del ADEVA.

Tabla 6-3: Esquema del ADEVA para un DBCA en arreglo de parcelas divididas.

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Bloques	$(r-1)$	2
A (Dosis fertiriego)	$(a-1)$	3
Error A	$(a-1) * (r-1)$	6
B (Ecoabonaza)	$(b-1)$	2
A x B	$(a-1) * (b-1)$	6
Error B	$(a) * (r-1) * (b-1)$	16
Total	$(a * b * r) - 1$	35

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

3.3.6 Población y selección de la muestra

Tabla 7-3: Detalles de la población y muestra del ensayo.

PARÁMETRO	VALOR	UNIDADES
Distancia entre plantas	1,9	m
Distancia entre hileras	1,9	m
Número de hileras	12,0	hileras
Plantas por hilera	21,0	plantas
Número total de plantas	252,0	plantas
Área total del ensayo	900,0	m ²
Unidades experimentales totales:	36,0	unidades experimentales
Plantas por unidad experimental:	7,0	plantas
Plantas muestra por unidad experimental	3,0	plantas
Muestra total	108,0	plantas

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

3.4 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

3.4.1 Materiales y equipos utilizados

Tabla 8-4: Materiales y equipos utilizados en el ensayo.

Materiales de campo	
Cultivo de mora	Carretilla
Sistema de fertiriego	Rastrillo
Cinta métrica	Tijeras de podar
Cintas para tutoreo	Libreta de campo
Agroquímicos	Fertilizantes solubles
Abono orgánico EcoAbonaza	Letreros de identificación
Azadón	Cámara fotográfica
Equipos de oficina	
Computadora	Impresora
Calculadora	
Materiales de laboratorio	
Balanza electrónica	Pie de rey
Potenciómetro manual	Penetrómetro manual
Brixómetro manual	Solución de NaOH

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

3.4.2 Manejo del ensayo

3.4.2.1 Riego

El sistema de riego utilizado fue por goteo. Los riegos se realizaron con la finalidad de suplir las necesidades hídricas del cultivo de mora cuando este así lo requirió. La lámina de riego fue de 3mm y la frecuencia de riego estuvo determinada por 3 tensiómetros instalados en la parcela, mismos que, cuando marcaron de 25kPa en adelante, se procedió a regar durante 24 minutos. Adicionalmente, durante los riegos se dosificó adicionalmente ácido fosfórico, en dosis de 0,1 ml por cada litro de agua, con el fin de regular el pH de la solución y evitar la salinización del suelo.

Tabla 9-3: Caracterización del riego.

PARÁMETRO	VALOR	UNIDADES
Lámina de riego	3,0	mm
Área del ensayo	900,0	m ²
Volumen requerido	2 700	L
Número de hileras	12,0	hileras
Largo cinta	40,0	m
Cintas por hilera	2,0	cintas
Separación goteros	20,0	cm
Goteros por hilera	200,0	goteros
Goteros totales	4 800,0	goteros
Descarga goteros	1,4	L/h
Descarga total (Caudal)	6 720,0	L/h
Tiempo de riego	24,0	minutos

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

A continuación, se detalla la Ecuación 1-4 para determinar el tiempo de riego, sabiendo la descarga de los goteros y el número de goteros en la parcela:

Ecuación 1-4:
$$Tr = \frac{Volumen}{Caudal}$$
 Donde:

Tr: Tiempo de riego (h)

Volumen: Volumen de agua requerido para nuestra área de estudio (L)

Caudal: Descarga total de los goteros del ensayo (L/h)

Para el caso del cálculo del volumen de agua que se requiere para nuestro ensayo, se determinó según la Ecuación 2-4 sabiendo la lámina de riego y nuestra área.

Ecuación 2-4:
$$V = Lr * A$$
 Donde:

V: Volumen de agua requerido para nuestra área de estudio (L)

Lr: Lámina de riego usada en el ensayo (L/m²)

A: Área de nuestro ensayo (m²)

3.4.2.2 Fertiriego

Se lo realizó mediante el sistema de Venturi tres veces a la semana (lunes, miércoles y viernes), durante 5 minutos en cada turno diario. El plan de fertiriego se lo desarrolló en la hoja de cálculo de INTAGRI para determinar la cantidad de nutrientes que requiere el cultivo durante 6 meses. Luego se pesó cada uno de los fertilizantes con la finalidad de elaborar la solución madre para cada etapa del cultivo, tomando en cuenta que en cada turno de fertiriego se gasta un volumen de 12,5L de la solución madre por cada tratamiento, y que en cada etapa del cultivo (18 días) se darán 8 turnos de fertiriego. Después de pesar los fertilizantes, éstos se diluyeron en un balde plástico, de acuerdo con las cantidades calculadas en gramos/litro. Finalmente se preparó la solución madre de 50L para 4 turnos de fertiriego en un tanque con capacidad de 100L, y cuando se gastó todo el volumen de la solución madre, se repitió el proceso para completar el requerimiento de la etapa. Para calcular el tiempo de fertiriego se realizaron varias pruebas de calibración al sistema Venturi. Estas pruebas consistieron en registrar el volumen de succión de la solución nutritiva en un lapso de 3 minutos, el cual en promedio fue de 7,5L. El cálculo para determinar el tiempo de fertiriego se lo realizó con la Ecuación 3-4:

Ecuación 3-4:
$$T.Fr = \frac{Tp * VSN}{Vp}$$
 Donde:

T.Fr: Tiempo de cada turno de fertiriego (minutos)

Tp: Tiempo de las pruebas de calibración del sistema Venturi (minutos)

VSN: Volumen de solución nutritiva a aplicar en cada turno de fertiriego (L)

Vp: Volumen promedio gastado en las pruebas de calibración del sistema Venturi (L)

3.4.2.3 Podas

Se realizaron podas fitosanitarias con el objetivo de eliminar partes vegetativas y reproductivas de las plantas de mora, como ramas, hojas, frutos, flores que estaban enfermas, dañadas o presentaban algún síntoma de plagas o enfermedades para evitar la propagación de estas. Las podas también ayudan a ahorrar el consumo de energía por parte de la planta, así como de nutrientes y agua. Esta labor se realizó una vez al mes y en cada una se desinfectó la tijera usando una solución de sulfato de cobre para evitar la diseminación de enfermedades.

Las podas de producción se realizaron cada dos semanas con la finalidad de eliminar las partes de la mora que ya produjeron y así estimular el crecimiento de nuevas ramas vegetativas. Las

herramientas usadas fueron tijeras de podar desinfectadas y carretillas para trasladar los restos vegetativos hacia la compostera.

Finalmente se hicieron 2 podas drásticas en los seis meses que duró el estudio. Consistió en cortar la mayoría de las ramas de las plantas dejando entre 3 a 4 en cada una para hacer crecer nuevas ramas productivas.

3.4.2.4 Tutorado

Dado que las plantas de mora tienen hábitos rastreros, es necesario un sistema de tutorado para formar una estructura que permita el ingreso de luz solar y una buena aireación. El sistema en esta parcela es denominado tutorado compuesto en doble T. Para ello se guio a las plantas amarrándolas a las mangueras del sistema de tutorado con piolas resistentes. Así también se evitó la caída de las plantas debido a fuertes vientos o por exceso de peso.

3.4.2.5 Control de malezas

Las malezas representan una limitante para el desarrollo de la mora ya que compiten con el cultivo por espacio, luz y nutrientes. Dicho eso, la deshierba de la parcela se realizó mecánicamente cada 3 semanas usando azadones, rastrillos y carretillas. Posteriormente, se trasladó los restos de las malezas hacia una compostera para transformar a abono orgánico.

3.4.2.6 Aplicaciones fitosanitarias

Se aplicaron fungicidas para el control de enfermedades causadas por agentes fúngicos como *Oidium sp*, *Peronospora sp*, y *Botrytis sp*. Los productos para el control de Oidio fueron rotados y aplicados cada 15 días por vía foliar. Además, se aplicaron productos bioestimulantes con la finalidad de estimular el desarrollo vegetativo en las plantas. En el caso de la fuente de *Trichoderma* se realizaron aplicaciones vía drench directamente a las raíces de las plantas con la finalidad de tener una mayor distribución y eficiencia del producto. A continuación, se describen los productos usados, así como la dosificación empleada:

Tabla 10-3: Productos fitosanitarios usados en el manejo de la mora

PRODUCTO	CONTROL	DOSIS
Topas 100 EC	Oidio (<i>Oidium sp.</i>) Mildiu vellosa (<i>Peronospora sp.</i>)	0,50 ml/L
Daconil 720 SC	Oidio (<i>Oidium sp.</i>)	1,25 ml/L
Caldo Bordelés	Oidio (<i>Oidium sp.</i>)	2,50 g/L
Tacora 25 WP	Oidio (<i>Oidium sp.</i>) Botrytis (<i>Botrytis sp.</i>)	1,25 ml/ L
Calcio Boro	*	5,00 ml/L
AUXYN-Ca	*	5,00 ml/L
Maximus Labitech	*	1,25 g/L
TRICHOEB (<i>Trichoderma sp</i>)	*	1,00 g/L

* Productos bioestimulantes aplicados cada 3 meses.

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

3.4.3 Métodos de evaluación y toma de datos

Las variables evaluadas fueron:

- Rendimiento (g/planta)
- Atributos de calidad de la mora (Firmeza, diámetro polar y ecuatorial, peso de 100 frutos, volumen de la pulpa, SST, ATT, IM)
- Análisis económico

Por un lado, la variable del rendimiento se evaluó semanalmente durante 5 meses. En cuanto a los parámetros físicos y químicos para determinar la calidad del fruto, estos fueron evaluados al final del estudio.

3.4.3.1 Rendimiento

Semanalmente se cosechó el fruto de las tres plantas muestra de cada unidad experimental durante 20 semanas y se pesó la producción de cada una usando una balanza digital marca CAMRY modelo EK3651. Luego se sacó un promedio de cada tratamiento y se lo expresó en g/planta.

3.4.3.2 Firmeza del fruto

Se tomaron 15 frutos como muestra de cada unidad experimental. Luego se procedió a medir la dureza o firmeza de cada uno, usando la punta de 3,5mm de diámetro del penetrómetro digital para frutas modelo GY-4. El valor fue expresado en Newtons (N).

3.4.3.3 Diámetro ecuatorial y diámetro polar del fruto

Se tomó una muestra de 30 frutos de cada unidad experimental y se midió el diámetro polar y el diámetro ecuatorial en mm de cada uno usando un pie de rey o calibrador.

3.4.3.4 Peso de 100 frutos

Se recolectaron 100 frutos de cada unidad experimental en bolsas de papel y luego se procedió a pesarlos usando una balanza de precisión marca RADWAG modelo WLC 6/A2/C/2. Los datos se expresaron en gramos.

3.4.3.5 Volumen de la pulpa

De los mismos 100 frutos pesados se procedió a macerarlos utilizando una licuadora marca OSTERIZER modelo 4655-013 y luego se midió el volumen de la pulpa de cada unidad experimental y el resultado se expresó en ml.

3.4.3.6 Sólidos Solubles Totales SST

Usando el macerado de frutos se obtuvo una pequeña gota de este y se la colocó en el prisma de un Refractómetro Portátil 58-90% Brix para determinar los grados brix de los frutos de cada unidad experimental.

3.4.3.7 *Acidez Total Titulable ATT*

Se determinó mediante titulación con NaOH en base al % de ácido cítrico. Para esto se usaron 5g del macerado, se puso en un vaso de precipitado y con agua destilada se completó hasta un volumen de 50ml. Luego, se añadieron 5 gotas de fenolftaleína y se agitó la solución. Posteriormente, en una bureta se colocó una solución de NaOH y se colocaron gotas en la muestra, misma que se agitó hasta que cambió a un color rosado, momento en el cual la solución se neutralizó. Finalmente se registró el volumen de NaOH usado en la titulación y se aplicó la Ecuación 4-4 propuesta por Moreno y Deaquiz (2016, p.132):

Ecuación 4-4:
$$\%Acidez = \frac{PE * N NaOH * V NaOH}{P} * 100$$
 Donde:

%Acidez= Acidez en base al contenido de ácido cítrico (%)

PE: Peso equivalente del ácido cítrico (0,064)

N NaOH: Normalidad del NaOH (0,1)

V NaOH: Volumen de NaOH gastado en la titulación (ml)

P: Peso de la muestra (g)

3.4.3.8 *Índice de madurez*

El índice de madurez IM se determinó mediante la relación SST/ATT de cada unidad experimental, y no tiene unidades.

3.4.3.9 *Análisis económico*

Una vez finalizada la investigación, se determinaron todos los costos de producción de cada tratamiento, tanto los costos de la tecnología y los costos variables. Por otra parte, se calcularon los ingresos por concepto de ventas de la mora y posteriormente se realizó una relación entre los beneficios y los costos (B/C).

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Procesamiento y análisis de resultados

4.1.1 Rendimiento

El análisis de varianza para la variable rendimiento (Tabla 1-4), mostró diferencias altamente significativas entre las dosis de fertiriego (Factor A), mientras que no hubo diferencias significativas para los niveles de Ecoabonaza (Factor B) ni para la interacción entre dosis de fertiriego y niveles de Ecoabonaza (A x B), con un coeficiente de variación del 3,14% y un p-valor de 0,4036 asociado a la prueba de normalidad de los residuos estudiados de nuestro modelo realizado con el test de Shapiro-Wilks. Cabe destacar que los resultados corresponden a un acumulado de 20 semanas de evaluación, durante 5 meses, en el primer año de producción.

Tabla 1-4: Análisis de varianza para el rendimiento.

Fuente de variación	Grados de libertad	F	p-valor	Significancia
Bloques	2	0,25	0,7843	n.s
A (Dosis fertiriego)	3	68,24	<0,0001	**
Error A	6	5,42	0,0031	**
B (Ecoabonaza)	2	1,53	0,2464	n.s
A * B	6	1,95	0,1340	n.s
Error B	16			
Total	35			
CV	3,14%			

p-valor: >0,10 = No significativo (n.s)

p-valor: <0,10 y >0,01 = Significativo (*)

p-valor: <0,01 = Altamente significativo (**)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 10% para la variable rendimiento, según las dosis de fertiriego (Factor A) existen 3 rangos (Tabla 2-4). En el grupo A se encuentra el tratamiento A2 (Dosis comercial+50%) y A1 (Dosis comercial) los cuales presentan un rendimiento promedio de 1,25 y 1,19kg/planta, lo que corresponde a 3462 y 3283kg/ha, respectivamente, siendo estadísticamente superiores al resto de tratamientos. Por otro lado, en el grupo B se encuentra el tratamiento A3 (Dosis comercial-25%) con una media de 0,99kg/planta (2738,20kg/ha). Y por

último en el grupo C se encuentra el A4 (Agua) con una media de 0,78kg/planta (2162,35kg/ha), siendo el rendimiento más bajo.

Tabla 2-4: Prueba de Tukey al 10% para el rendimiento según las dosis de fertiriego.

Dosis Fertiriego	Medias (kg/planta)	n	E.E	Grupos
A2	1,25	9	25,63	A
A1	1,19	9	25,63	A
A3	0,99	9	25,63	B
A4	0,78	9	25,63	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

A1= Dosis comercial recomendada (DC).

A2= Dosis comercial + 50%

A3= Dosis comercial - 50%

A4= Agua

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

4.1.2 Firmeza del fruto

El análisis de varianza para la firmeza del fruto (Tabla 3-4), no mostró diferencias significativas para ninguno de los factores en estudio. Se obtuvo un coeficiente de variación del 6,23% y un p-valor de 0,9850 asociado a la prueba de normalidad de los residuos estudiados de nuestro modelo realizado con el test de Shapiro-Wilks.

Tabla 3-4: Análisis de varianza para la firmeza del fruto.

Fuente de variación	Grados de libertad	F	p-valor	Significancia
Bloques	2	0,77	0,5033	n.s
A (Dosis fertiriego)	3	1,69	0,2682	n.s
Error A	6	0,34	0,9073	n.s
B (Ecoabonaza)	2	0,45	0,6425	n.s
A * B	6	0,68	0,6708	n.s
Error B	16			
Total	35			
CV	6,23%			

p-valor: $> 0,10$ = No significativo (n.s)

p-valor: $< 0,10$ y $> 0,01$ = Significativo (*)

p-valor: $< 0,01$ = Altamente significativo (**)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

4.1.3 Diámetro polar del fruto

El análisis de varianza para el diámetro polar del fruto (Tabla 4-4), mostró diferencias altamente significativas entre las dosis de fertiriego (Factor A), mientras que no hubo diferencias significativas para los niveles de Ecoabonaza (Factor B) ni para la interacción entre dosis de fertiriego y niveles de Ecoabonaza (A x B), con un coeficiente de variación del 0,88% y un p-valor de 0,8630 asociado a la prueba de normalidad de los residuos estudiados de nuestro modelo realizado con el test de Shapiro-Wilks.

Tabla 4-4: Análisis de varianza para el diámetro polar del fruto.

Fuente de variación	Grados de libertad	F	p-valor	Significancia
Bloques	2	0,70	0,6189	n.s
A (Dosis fertiriego)	3	34,34	0,0001	**
Error A	6	0,79	0,2875	n.s
B (Ecoabonaza)	2	0,19	0,2678	n.s
A * B	6	1,49	0,5322	n.s
Error B	16			
Total	35			
CV	0,88%			

p-valor: >0,10 = No significativo (n.s)
p-valor: <0,10 y >0,01 = Significativo (*)
p-valor: <0,01 = Altamente significativo (**)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 10% para la variable diámetro polar del fruto, según la dosis de fertiriego (Factor A) existen 3 rangos (Tabla 5-4). En el grupo A se encuentra el tratamiento A1 (Dosis comercial) y A2 (Dosis comercial+50%) con un diámetro polar promedio de 29,94 y 29,76mm, siendo estadísticamente superior al resto de tratamientos. Por otro lado, en el grupo C se encuentra el tratamiento A4 (Agua) con una media de 28,16mm de diámetro polar del fruto, siendo el más bajo en comparación con los demás tratamientos.

Tabla 5-4: Prueba de Tukey al 10% para el diámetro polar del fruto según las dosis de fertiriego.

Dosis Fertiriego	Medias (mm)	n	E.E	Grupos
A1	29,94	9	0,10	A
A2	29,76	9	0,10	A
A3	29,31	9	0,10	B
A4	28,16	9	0,10	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

A1= Dosis comercial recomendada (DC).

A2= Dosis comercial + 50%

A3= Dosis comercial - 50%

A4= Agua

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

4.1.4 Diámetro ecuatorial del fruto

El análisis de varianza para el diámetro ecuatorial del fruto (Tabla 6-4), mostró diferencias altamente significativas entre las dosis de fertiriego (Factor A) y diferencias significativas para la interacción entre dosis de fertiriego y niveles de Ecoabonaza (A x B), mientras que no hubo diferencias significativas para los niveles de Ecoabonaza (Factor B), con un coeficiente de variación del 1,81% y un p-valor de 0,9442 asociado a la prueba de normalidad de los residuos estudiados de nuestro modelo realizado con el test de Shapiro-Wilks.

Tabla 6-4: Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial del fruto.

Fuente de variación	Grados de libertad	F	p-valor	Significancia
Bloques	2	1,67	0,2649	n.s
A (Dosis fertiriego)	3	68,56	<0,0001	**
Error A	6	1,24	0,3379	n.s
B (Ecoabonaza)	2	1,62	0,2281	n.s
A * B	6	2,54	0,0635	*
Error B	16			
Total	35			
CV	1,81%			

p-valor: $>0,10$ = No significativo (n.s)

p-valor: $<0,10$ y $>0,01$ = Significativo (*)

p-valor: $<0,01$ = Altamente significativo (**)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 10% para la variable diámetro ecuatorial del fruto, según la interacción dosis de fertiriego por niveles de Ecoabonaza (A x B), existen 4 rangos (Tabla 7-4). En el grupo A se encuentran los tratamientos A2:B1 (Dosis comercial+50% más 0 T de Ecoabonaza por hectárea); A2:B2 (Dosis comercial+50% más 1,5 T de Ecoabonaza por hectárea); A1:B3 (Dosis comercial más 3 T de Ecoabonaza por hectárea); A1:B2 (Dosis comercial más 1,5 T de Ecoabonaza por hectárea); y A2:B3 (Dosis comercial+50% más 3 T de Ecoabonaza por hectárea) los cuales tienen un diámetro ecuatorial promedio de 22,15mm, por lo que son estadísticamente superiores al resto de tratamientos. Por otro lado, en el grupo D se encuentran los tratamientos A4:B1 (Agua más 0 T de Ecoabonaza por hectárea); A4:B3 (Agua más 3 T de Ecoabonaza por hectárea) y A4:B2 (Agua más 1,5 T de Ecoabonaza por hectárea) con un diámetro ecuatorial promedio de 19,63mm siendo los tratamientos que presentaron los más bajos resultados.

Tabla 7-4: Prueba de Tukey al 10% para el diámetro ecuatorial del fruto, según la interacción Dosis de fertiriego*Ecoabonaza.

Dosis Fertiriego	Ecoabonaza	Medias (mm)	n	E.E	Grupos	
A2	B1	22,75	3	0,21	A	
A2	B2	22,12	3	0,21	A	B
A1	B3	22,11	3	0,21	A	B
A1	B2	21,97	3	0,21	A	B
A2	B3	21,82	3	0,21	A	B
A1	B1	21,63	3	0,21		B
A3	B2	21,09	3	0,21		B C
A3	B1	21,07	3	0,21		B C
A3	B3	20,41	3	0,21		C D
A4	B1	19,72	3	0,21		D
A4	B3	19,70	3	0,21		D
A4	B2	19,47	3	0,21		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,10$)

A1= Dosis comercial recomendada (DC).

B1: 0 T/ha

A2= Dosis comercial + 50%

B2: 1.5 T/ha

A3= Dosis comercial - 50%

B3: 3 T/ha

A4= Agua

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

4.1.5 *Peso de 100 frutos*

El análisis de varianza para el peso de 100 frutos (Tabla 8-4), mostró diferencias altamente significativas para las dosis de fertiriego (Factor A) y diferencias significativas para la interacción entre las dosis de fertiriego y niveles de Ecoabonaza (A x B), mientras que no hubo diferencias significativas para los niveles de Ecoabonaza (Factor B), con un coeficiente de variación del 2,09% y un p-valor de 0,8674 asociado a la prueba de normalidad de los residuos estudiados de nuestro modelo realizado con el test de Shapiro-Wilks.

Tabla 8-4: Análisis de varianza para el peso de 100 frutos.

Fuente de variación	Grados de libertad	F	p-valor	Significancia
Bloques	2	0,18	0,7432	n.s
A (Dosis fertiriego)	3	19,17	<0,0001	**
Error A	6	2,77	0,5606	*
B (Ecoabonaza)	2	0,21	0,8142	n.s
A * B	6	4,91	0,0200	*
Error B	16			
Total	35			
CV		3,13%		

p-valor: >0,10 = No significativo (n.s)
p-valor: <0,10 y >0,01 = Significativo (*)
p-valor: <0,01 = Altamente significativo (**)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 10% para la variable peso de 100 frutos, según la interacción dosis de fertiriego por niveles de Ecoabonaza (A x B), existen 5 rangos (Tabla 9-4). En el grupo A se encuentran los tratamientos A2:B2 (Dosis comercial+50% más 1,5 T de Ecoabonaza por hectárea); A2:B1 (Dosis comercial+50% más 0 T de Ecoabonaza por hectárea); A2:B3 (Dosis comercial+50% más 3 T de Ecoabonaza por hectárea); A1:B3 (Dosis comercial más 3 T de Ecoabonaza por hectárea) y A1:B2 (Dosis comercial más 1,5 T de Ecoabonaza por hectárea) los cuales presentan un peso promedio de 564,12g para 100 frutos, por lo que estadísticamente son superiores al resto de tratamientos. Por otro lado, en el grupo E se encuentra el tratamiento A4:B2 (Agua más 1,5 T de Ecoabonaza por hectárea) con una media de 458,50g de peso para 100 frutos, siendo el tratamiento con el resultado más bajo.

Tabla 9-4: Prueba de Tukey al 10% para el peso de 100 frutos, según la interacción Dosis de fertiriego*Ecoabonaza.

Dosis Fertiriego	Ecoabonaza	Medias (g)	n	E.E	Grupos	
A2	B2	578,00	3	6,33	A	
A2	B1	570,90	3	6,33	A	
A2	B3	562,23	3	6,33	A	B
A1	B3	556,13	3	6,33	A	B
A1	B2	553,33	3	6,33	A	B
A1	B1	536,27	3	6,33	B	C
A3	B2	506,30	3	6,33	C	D
A3	B1	505,87	3	6,33	C	D
A3	B3	504,63	3	6,33	D	
A4	B1	487,57	3	6,33	D	E
A4	B3	484,60	3	6,33	D	E
A4	B2	458,50	3	6,33	E	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

A1= Dosis comercial recomendada (DC).

B1: 0 T/ha

A2= Dosis comercial + 50%

B2: 1.5 T/ha

A3= Dosis comercial - 50%

B3: 3 T/ha

A4= Agua

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

4.1.6 Volumen de la pulpa

El análisis de varianza para el volumen de la pulpa (Tabla 10-4), mostró diferencias significativas entre las dosis de fertiriego (Factor A), mientras que no hubo diferencias significativas para los niveles de Ecoabonaza (Factor B) ni para la interacción entre las dosis de fertiriego y los niveles de Ecoabonaza (A x B) con un coeficiente de variación del 3,07% y un p-valor de 0,9730 asociado a la prueba de normalidad de los residuos estudiados de nuestro modelo realizado con el test de Shapiro-Wilks.

Tabla 10-4: Análisis de varianza para el volumen de la pulpa.

Fuente de variación	Grados de libertad	F	p-valor	Significancia
Bloques	2	2,13	0,1999	n.s
A (Dosis fertiriego)	3	15,50	0,0031	**
Error A	6	1,57	0,2202	*
B (Ecoabonaza)	2	1,43	0,2686	n.s
A * B	6	0,18	0,9787	n.s
Error B	16			
Total	35			
CV	3,079%			

p-valor: >0,10 = No significativo (n.s)

p-valor: <0,10 y >0,01 = Significativo (*)

p-valor: <0,01 = Altamente significativo (**)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 10% para la variable volumen de la pulpa, según las dosis de fertiriego (Factor A), existen 2 rangos (Tabla 11-4). En el grupo A se encuentran los tratamientos A2 (Dosis comercial+50%) y A1 (Dosis comercial) con medias de 886,11 y 877,78ml respectivamente, resultando ser estadísticamente superiores al resto de dosis. Por otro lado, en el grupo B se encuentran los tratamientos A3 (Dosis comercial-50%) y A4 (Agua) con medias de 833,11 y 793,89ml de volumen de pulpa, respectivamente, siendo los tratamientos con el resultado más bajo.

Tabla 11-4: Prueba de Tukey al 10% para el volumen de la pulpa, según las dosis de fertiriego.

Dosis Fertiriego	Medias (ml)	n	E.E	Grupos
A2	886,11	9	10,86	A
A1	877,78	9	10,86	A
A3	833,11	9	10,86	B
A4	793,89	9	10,86	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

A1= Dosis comercial recomendada (DC)

A2= Dosis comercial + 50%

A3= Dosis comercial - 50%

A4= Agua

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

4.1.7 Sólidos Solubles Totales SST

El análisis de varianza para los sólidos solubles totales (Tabla 12-4), mostró diferencias significativas entre las dosis de fertiriego (Factor A), mientras que no hubo diferencias significativas para los niveles de Ecoabonaza (Factor B) ni para la interacción entre las dosis de fertiriego y los niveles de Ecoabonaza (A x B) con un coeficiente de variación del 5,37% y un p-valor de 0,3650 asociado a la prueba de normalidad de los residuos estudiados de nuestro modelo realizado con el test de Shapiro-Wilks.

Tabla 12-4: Análisis de varianza para los sólidos solubles totales SST.

Fuente de variación	Grados de libertad	F	p-valor	Significancia
Bloques	2	0,79	0,4953	n.s
A (Dosis fertiriego)	3	7,58	0,0183	*
Error A	6	0,90	0,5214	n.s
B (Ecoabonaza)	2	0,06	0,9416	n.s
A * B	6	1,86	0,1499	n.s
Error B	16			
Total	35			
CV	5,37%			

p-valor: >0,10 = No significativo (n.s)

p-valor: <0,10 y >0,01 = Significativo (*)

p-valor: <0,01 = Altamente significativo (**)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 10% para la variable sólidos solubles totales, según las dosis de fertiriego (Factor A), existen 2 rangos (Tabla 13-4). En el grupo A se encuentran los tratamientos A2 (Dosis comercial+50%) y A1 (Dosis comercial) con medias de 10,06 y 9,77°Brix, respectivamente, resultando ser estadísticamente superior al resto de tratamientos. Por otro lado, en el grupo B se encuentran los tratamientos A3 (Dosis comercial-50%) y A4 (Agua) con medias de 9,22 y 9,12°Brix, respectivamente, siendo los tratamientos que presentaron los niveles más bajos de sólidos solubles.

Tabla 13-4: Prueba de Tukey al 10% para la variable sólidos solubles totales SST según las dosis de fertiriego.

Dosis Fertiriego	Medias (°Brix)	n	E.E	Grupos	
A2	10,06	9	0,16	A	
A1	9,77	9	0,16	A	B
A3	9,22	9	0,16	B	
A4	9,12	9	0,16	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

A1= Dosis comercial recomendada (DC)

A2= Dosis comercial + 50%

A3= Dosis comercial - 50%

A4= Agua

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

4.1.8 Acidez Total Titulable ATT

El análisis de varianza para la acidez total titulable (Tabla 14-4), mostró diferencias altamente significativas entre las dosis de fertiriego (Factor A), mientras que no hubo diferencias significativas para los niveles de Ecoabonaza (Factor B) ni para la interacción entre las dosis de fertiriego y los niveles de Ecoabonaza (A x B) con un coeficiente de variación del 7,94% y un p-valor de 0,5081 asociado a la prueba de normalidad de los residuos estudiados de nuestro modelo realizado con el test de Shapiro-Wilks.

Tabla 14-4: Análisis de varianza para la acidez total titulable ATT.

Fuente de variación	Grados de libertad	F	p-valor	Significancia
Bloques	2	0,48	0,6379	n.s
A (Dosis fertiriego)	3	95,55	<0,0001	**
Error A	6	0,58	0,7390	n.s
B (Ecoabonaza)	2	0,61	0,5571	n.s
A * B	6	0,06	0,9987	n.s
Error B	16			
Total	35			
CV	7,94%			

p-valor: >0,10 = No significativo (n.s)

p-valor: <0,10 y >0,01 = Significativo (*)

p-valor: <0,01 = Altamente significativo (**)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 10% para la variable acidez total titulable, según las dosis de fertiriego (Factor A), existen 2 rangos (Tabla 15-4). En el grupo A se encuentran los tratamientos A2 (Dosis comercial+50%); A1 (Dosis comercial) y A3 (Dosis comercial-50%) con medias de 2,11, 2,11 y 2,26%, respectivamente, resultando ser estadísticamente superiores a la aplicación de agua. Por otro lado, en el grupo B se encuentra el tratamiento A4 (Agua) con una media de 3,09%, siendo el tratamiento que presentó los valores más altos de acidez.

Tabla 15-4: Prueba de Tukey al 10% para la variable acidez total titulable ATT según las dosis de fertiriego.

Dosis Fertiriego	Medias (%)	n	E.E	Grupos
A2	2,11	9	0,05	A
A1	2,11	9	0,05	A
A3	2,26	9	0,05	A
A4	3,09	9	0,05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

A1= Dosis comercial recomendada (DC)

A2= Dosis comercial + 50%

A3= Dosis comercial - 50%

A4= Agua

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

4.1.9 Índice de madurez

El análisis de varianza para el índice de madurez (Tabla 16-4), mostró diferencias altamente significativas entre las dosis de fertiriego (Factor A), mientras que no hubo diferencias significativas para los niveles de Ecoabonaza (Factor B) ni para la interacción (A x B) con un coeficiente de variación del 6,55% y un p-valor de 0,7240 asociado a la prueba de normalidad de los residuos estudiados de nuestro modelo realizado con el test de Shapiro-Wilks.

Tabla 16-4: Análisis de varianza para el índice de madurez.

Fuente de variación	Grados de libertad	F	p-valor	Significancia
Bloques	2	0,12	0,8861	n.s
A (Dosis fertiriego)	3	39,07	0,0002	**
Error A	6	2,15	0,1037	n.s
B (Ecoabonaza)	2	1,06	0,3686	n.s
A * B	6	1,21	0,3522	n.s
Error B	16			
Total	35			
CV	6,55%			

p-valor: >0,10 = No significativo (n.s)

p-valor: <0,10 y >0,01 = Significativo (*)

p-valor: <0,01 = Altamente significativo (**)

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

De acuerdo con la prueba de Tukey al 10% para el índice de madurez, según las dosis de fertiriego (Factor A), existen 3 rangos (Tabla 17-4). En el grupo A se encuentran los tratamientos A2 (Dosis comercial+50%) y A1 (Dosis comercial) con medias de 4,77 y 4,63, respectivamente, resultando ser estadísticamente superiores al resto de tratamientos. Por otro lado, en el grupo C se encuentra el tratamiento A4 (Agua) con una media de 2,95, siendo el tratamiento que presentó los valores más bajos para el índice de madurez.

Tabla 17-4: Prueba de Tukey al 10% para la variable índice de madurez IM según las dosis de fertiriego.

Dosis Fertiriego	Medias	n	E.E	Grupos
A2	4,77	9	0,13	A
A1	4,63	9	0,13	A
A3	4,08	9	0,13	B
A4	2,95	9	0,13	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

A1= Dosis comercial recomendada (DC)

A2= Dosis comercial + 50%

A3= Dosis comercial - 50%

A4= Agua

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

4.1.10 Análisis de regresión y correlación de las variables

Se realizó entre la variable del rendimiento y las variables de calidad del fruto que tuvieron significancia, y se muestra en la Tabla 18-4.

Tabla 18-4: Análisis de regresión y correlación entre las variables evaluadas.

Variabes de calidad	Significancia	Coefficiente de correlación "r"	Coefficiente de regresión "b"	Coefficiente de determinación "R ² "
Diámetro polar	**	0,86	<0,0001	0,74
Diámetro ecuatorial	**	0,89	<0,0001	0,80
Peso de 100 frutos	**	0,92	<0,0001	0,84
Volumen de la pulpa	*	0,80	<0,0001	0,65
SST ¹	*	0,53	0,0008	0,28
ATT ²	**	0,84	<0,0001	0,71
IM ³	**	0,88	<0,0001	0,78

¹Sólidos Solubles Totales ²Acidez Total Titulable ³Índice de Madurez

Realizado por: Tillaguango, César, 2023

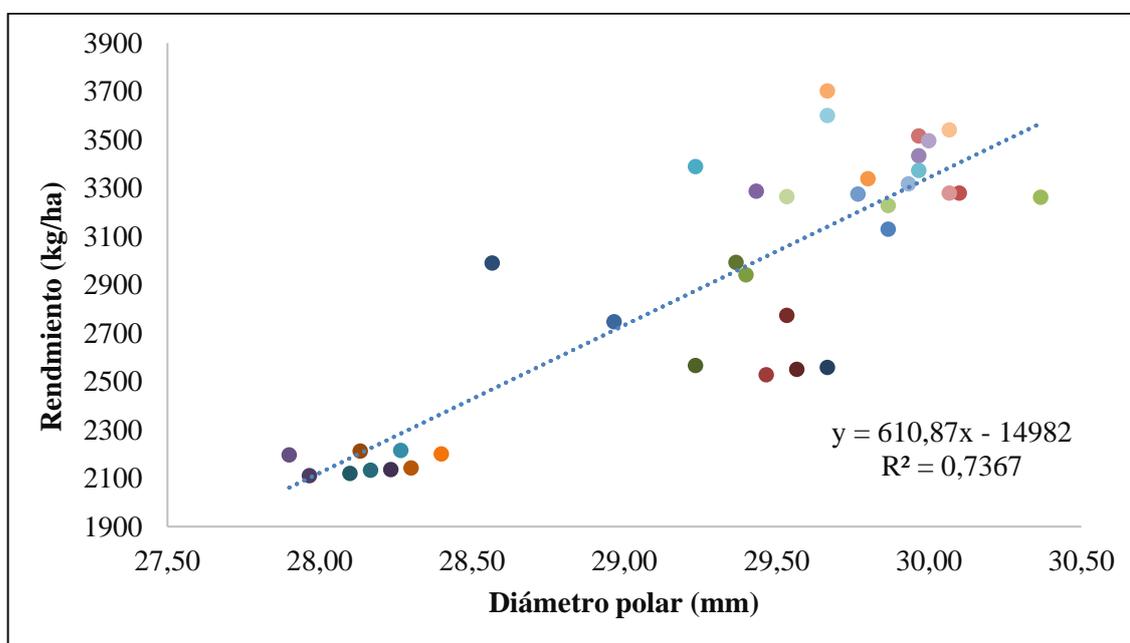


Ilustración 1-4: Análisis de regresión lineal entre rendimiento vs diámetro polar del fruto.

Realizado por: Tillaguango, César, 2023

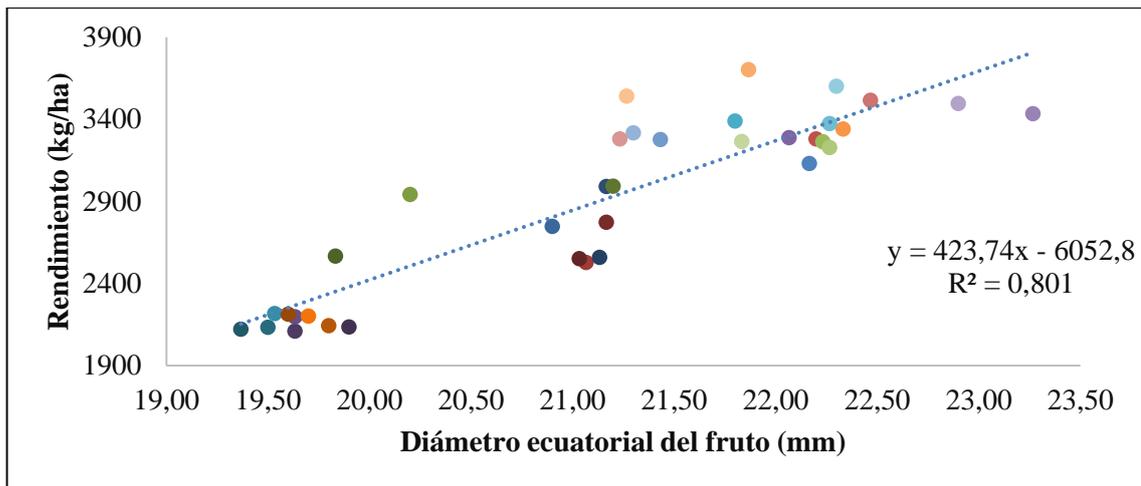


Ilustración 2-4: Análisis de regresión lineal entre rendimiento vs diámetro ecuatorial del fruto.

Realizado por: Tillaguango, César, 2023

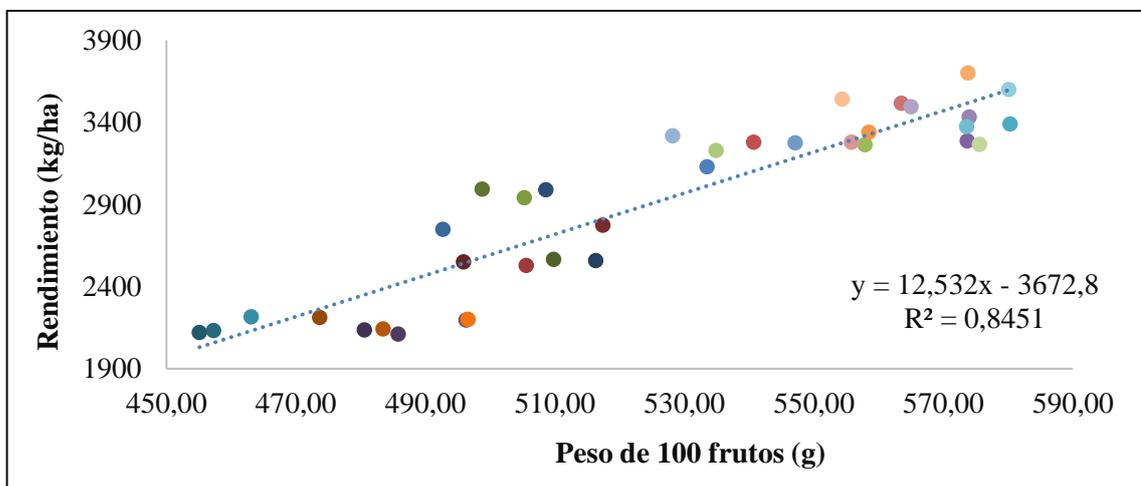


Ilustración 3-4: Análisis de regresión lineal entre rendimiento vs peso de 100 frutos.

Realizado por: Tillaguango, César, 2023

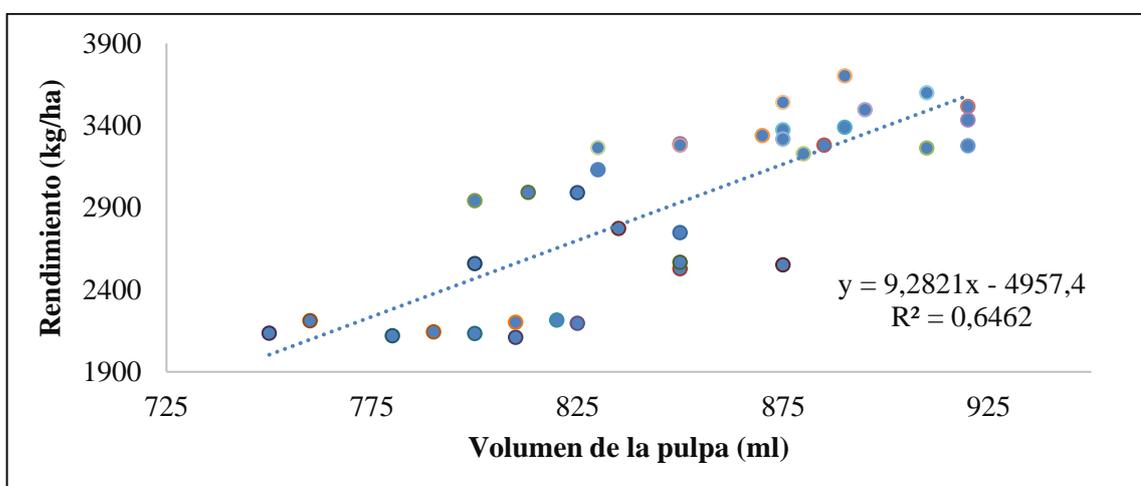


Ilustración 4-4: Análisis de regresión lineal entre rendimiento vs volumen de la pulpa.

Realizado por: Tillaguango, César, 2023

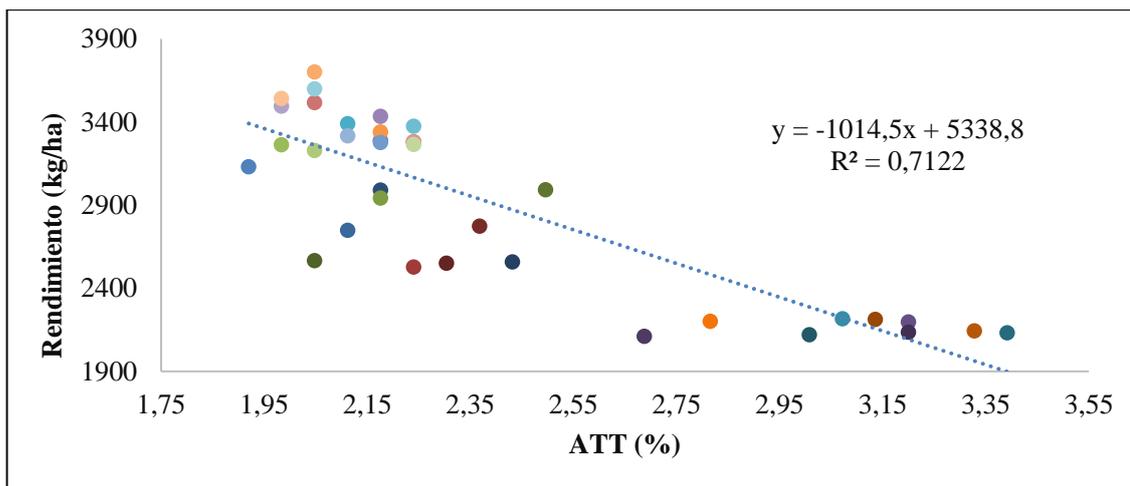


Ilustración 5-4: Análisis de regresión lineal entre rendimiento vs acidez total titulable.

Realizado por: Tillaguango, César, 2023

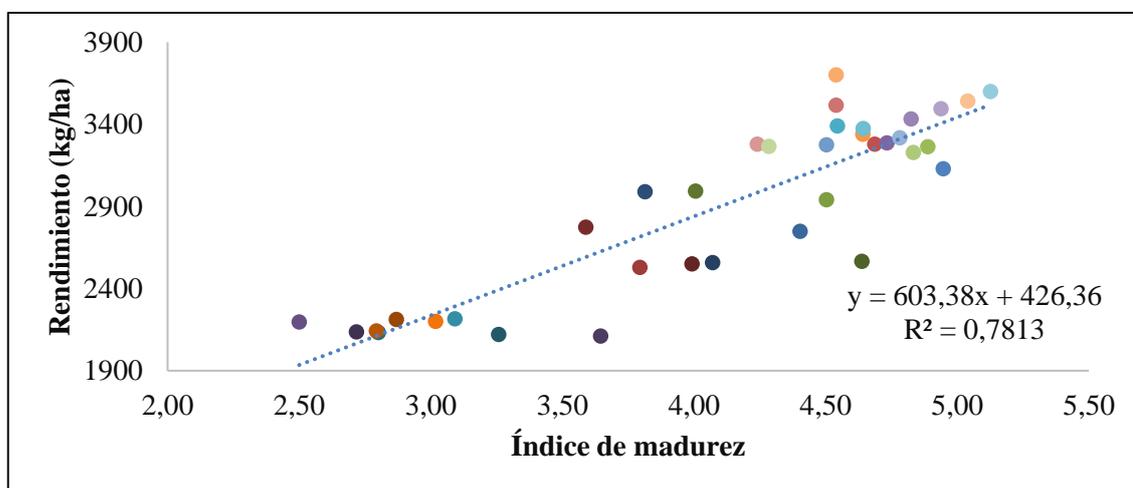


Ilustración 6-4: Análisis de regresión lineal entre rendimiento vs índice de madurez.

Realizado por: Tillaguango, César, 2023

Según el análisis de regresión y correlación de las variables, en la mayoría de los casos el coeficiente de correlación es mayor al 80% lo que sugiere que la variable dependiente rendimiento está estrechamente relacionado con los parámetros de calidad del fruto y éstos últimos influyen en el comportamiento del primero.

4.1.11 Análisis económico

En la Tabla 19-4 e Ilustración 7-4 se muestra el análisis económico de cada tratamiento, donde la mejor relación beneficio/costo se la obtuvo con el tratamiento A2B1 (Dosis comercial+50% más 0 T de Ecoabonaza por hectárea) con un valor de 1,20. Esto quiere decir que, por cada dólar invertido se recupera dicho dólar y se obtiene una ganancia de 20 centavos. Le sigue el

tratamiento A2B2 (Dosis comercial+50% más 1,5 T de Ecoabonaza por hectárea) y A1B1 (Dosis comercial más 0 T de Ecoabonaza por hectárea) con un valor de 1,15 cada uno, en este caso únicamente se obtiene una ganancia de 15 centavos por cada dólar invertido. Contrariamente, los tratamientos A3B1; A3B2; A3B3; A4B1, A4B2 y A4B3, correspondientes a las dosis bajas y nulas de fertiriego, no son rentables debido a que los costos de producción superan a los ingresos percibidos por ventas y por ende se presenta una pérdida de dinero para el productor.

Tabla 19-4: Relación Beneficio/Costos de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Costos tecnología (\$)	Costos variables (\$)	Costo total (\$)	Ingresos (\$)	Beneficio bruto (\$)	Relación B/C
A1B1	16,70	23,75	40,45	46,67	6,22	1,15
A1B2	18,70	23,75	42,45	48,36	5,91	1,14
A1B3	20,70	23,50	44,20	46,83	2,63	1,06
A2B1	17,35	23,50	40,86	49,05	8,19	1,20
A2B2	19,35	23,75	43,11	49,75	6,64	1,15
A2B3	21,35	23,50	44,86	50,80	5,94	1,13
A3B1	16,52	23,50	40,03	39,82	-0,20	0,99
A3B2	18,52	23,25	41,78	37,69	-4,09	0,90
A3B3	20,52	23,50	44,03	40,81	-3,22	0,93
A4B1	14,31	22,75	37,06	30,92	-6,14	0,83
A4B2	16,31	22,75	39,06	31,05	-8,01	0,79
A4B3	18,31	22,75	41,06	31,47	-9,59	0,77
A1= Dosis comercial recomendada (DC)				B1: 0 T/ha		
A2= Dosis comercial + 50%				B2: 1.5 T/ha		
A3= Dosis comercial - 50%				B3: 3 T/ha		
A4= Agua						

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

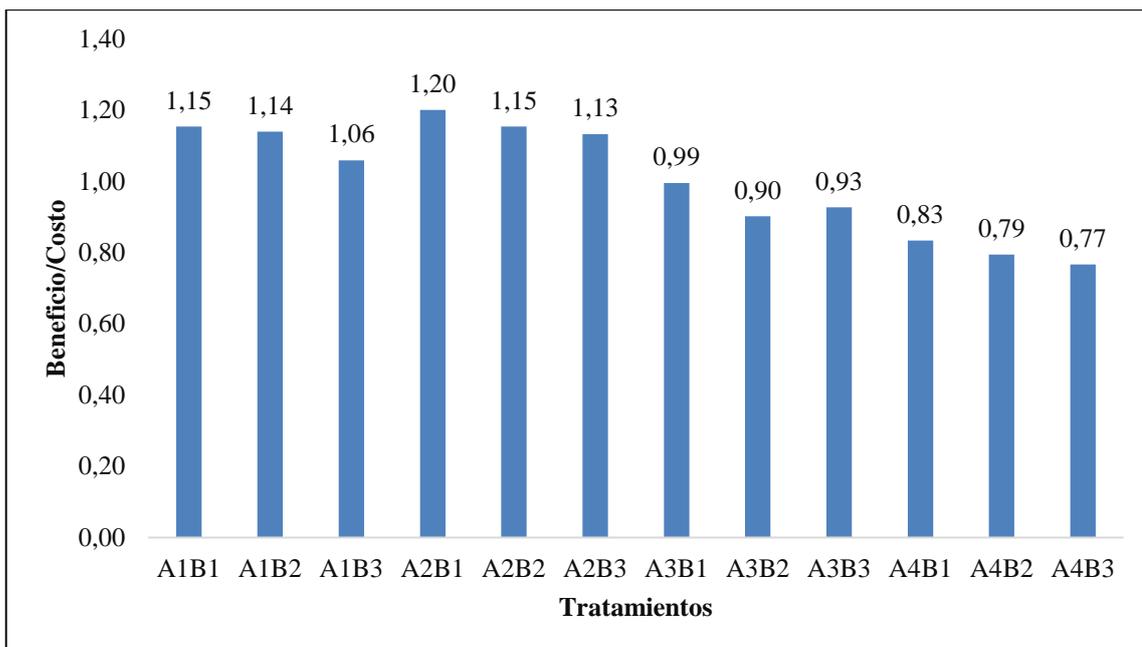


Ilustración 7-4: Relación Beneficio/Costo de los tratamientos.

Realizado por: Tillaguango, César, 2023.

4.2 Discusión de los resultados

4.2.1 Relación entre el fertiriego y el rendimiento del cultivo

En la actualidad el fertiriego es una tecnología innovadora que ayuda a incrementar la productividad de los cultivos gracias a que ofrece una alta eficiencia en la acción de los fertilizantes aplicados mediante el sistema de riego en comparación con los aplicados directamente al suelo. Esto es gracias a que en el fertiriego los fertilizantes se encuentran disueltos en agua y las plantas pueden usar sus nutrientes disponibles inmediatamente, lo que se traduce en un ahorro de estos recursos usados (Romo, 2019, pp.1-2). Para alcanzar altos rendimientos es necesario aplicar los nutrientes que requiera el cultivo en las cantidades adecuadas y de acuerdo con el desarrollo del mismo, puesto que durante las cosechas es cuando mayor cantidad de elementos nutritivos son extraídos del suelo. Debido a ello se deben realizar dosificaciones altas para estos nutrientes que se extraen en mayor cantidad (Grasso, 2019, pp.14-16).

En el presente estudio se evaluaron 3 niveles de fertiriego para determinar el mejor nivel de nutrientes según el mayor rendimiento. Se encontró que aplicando 495, 90, 450, 111, 72 y 72 kg de N, P₂O₅, K₂O, Ca, Mg y S respectivamente, por hectárea cada año (A2: Dosis alta) se obtuvo el mejor rendimiento con una media de 1,25 kg/planta (3461,67 kg/ha) durante 20 semanas en el primer año de producción. Cabe destacar que la producción corresponde al primer año del ciclo del cultivo, ya que el rendimiento óptimo de mora es de 15 a 20 T/ha al año según el INIAP y el

Ministerio de Agricultura de Colombia. Por el contrario, los tratamientos que solo recibieron agua (A4) fueron los que menor rendimiento presentaron con una media de 0,78 kg/planta (2162,35 kg/ha), lo que se considera como un valor bajo según Iza et al., (2020, p.48). Este último rendimiento fue afectado por la falta de nutrientes pues de acuerdo con Cardona (2017, p.121), durante la floración y el cuajado de frutos es cuando las plantas de mora necesitan mayor cantidad de nutrientes como N, P, K y Ca. Además, una elevada producción depende de una buena floración, y el aporte de Mg, K y P incentiva al desarrollo de un mayor número de estructuras reproductivas.

Franco et al., (2000, p.87) menciona que el rendimiento de la mora de Castilla presenta una respuesta positiva a dosis altas de fertilizantes a base de nitrógeno y potasio; en ese sentido, y al igual que en nuestro estudio, Inlago y Conterón (2016, p.36), Tacuri y Yunga (2012, p.90), Almache (2017, p.19) y Pérez (2011, pp.74-75) obtuvieron respuestas positivas en el rendimiento cuando aplicaron dosis altas de fertilizantes NPK mediante fertirriego en el cultivo de mora de Castilla llegando a sobrepasar las 10T/ha. Dichos autores concluyeron que los tres macroelementos que influyen en mayor medida a la producción del cultivo de mora son el NPK. El nitrógeno estimula el aumento del área foliar incrementando la tasa fotosintética de las plantas lo que causa mayor producción de foto-asimilados representando mayores rendimientos; el fósforo participa en todos los procesos fisiológicos de la planta donde se requiera energía, especialmente durante la fotosíntesis y el potasio actúa como mediador de los procesos biológicos de las plantas ya que es el activador de diferentes enzimas catalizadoras de estas reacciones y durante la fotosíntesis ayuda al balance de energía y participa en el cierre de estomas de las hojas. Se nota que, en conjunto, estos nutrientes desempeñan funciones muy esenciales dentro de las plantas que influyen en el rendimiento de los cultivos, aunque no se debe dejar de tomar en cuenta los microelementos requeridos por las plantas, ya que de ellos también depende el desarrollo de los frutos como lo menciona Franco et al. (2020, p.150). Altamirano (2022, p.50) dice que la tecnología de fertirriego en conjunto con un buen manejo del cultivo, se puede alcanzar una productividad alta en plantas de mora, pues obtuvo más de 90 flores por planta cuando evaluó diferentes dosis de fertirriego y las comparó con la aplicación de solo agua.

La variabilidad del rendimiento también depende de otros factores donde no interviene la fertilización. Se dice que las diferentes variedades, densidades de siembra, altitud y manejo del cultivo, condiciones climáticas de la zona, entre otras, pueden influir indirectamente en el rendimiento de la mora. Por ejemplo, Sánchez et al. (2018, p.521) encontraron rendimientos variables en tres diferentes pisos altitudinales (alto, medio y bajo) de la Sierra ecuatoriana; y

(Barrera et al., 2016, p.17) determinó que la mayoría de los productores de mora de esas zonas no cuentan con un programa tecnificado para el manejo del cultivo, ya que, al tener buena tecnología, se puede dar un buen manejo y por ende se conseguirán rendimientos altos, incluso llegando a superar los 5 kg/planta.

4.2.2 Relación entre el rendimiento y las características de calidad del fruto

La variable peso de 100 frutos fue la que tuvo un mayor efecto en el rendimiento, pues se obtuvo un coeficiente de correlación del 92%. Esto se debe a que entre más pesados sean los frutos, mayor será el rendimiento de las plantas. Mora et al., (2006, p.61) encontró que el rendimiento total de un cultivo se correlacionaba altamente con el peso individual de los frutos, lo que corrobora lo expuesto en este estudio. En nuestro caso el tratamiento para alcanzar el mayor peso de 100 frutos fue la interacción A2B2 (495 kg de N/ha; 90 kg de P₂O₅/ha; 450 kg de K₂O/ha; 111 kg de Ca/ha; y 72 kg de Mg y S/ha; más 1,5 T de Ecoabonaza/ha) con un promedio de 578 g, lo que resulta en un peso de 5,7 g/fruto, y según la escala para calibres de frutos de mora propuesta por Saltos et al., (2020, p.37) estos corresponden a un calibre mediano.

El fósforo, potasio y calcio tuvieron gran influencia en la producción y calidad de los frutos ya que estos nutrientes son activadores de distintos procesos biológicos en la planta, así como también el boro, hierro y zinc, mismos que actúan a favor del desarrollo de los frutos (Franco et al., 2000, p.81; Martínez et al., 2019, p.66). En el estudio de Artunduaga (2010, p.55-56) en mora de Castilla se determinó que el peso de los frutos aumentó con las dosis altas de P y K, y se evidenció que el K, en interacción con N-P, influye en el número de frutos por planta.

Nuestros resultados coinciden con lo publicado por Sánchez et al., (2018, p.521), Ayala et al., (2013 pp.13-15), Montalvo (2010, p.74) y Almache (2017, pp.21-23) mismos que reportaron promedios entre 4,4 y 7,7 g/fruto en sus estudios sobre diferentes cultivares de mora de Castilla. Estos autores determinaron que cuando los frutos se encuentran en un estado de madurez avanzada presentan menor peso, debido a que existen cambios en la estructura de las protopectinas insolubles que están en las paredes celulares, mismas que durante la maduración se descomponen por hidrólisis generando ácidos pécticos y pectínicos induciendo al ablandamiento de tejidos, liberación de agua y pérdida de compuestos aromáticos de alta volatilidad (Ayala et al., 2013, p.15). Del mismo modo se sabe que el peso está estrechamente relacionado con el calibre, puesto que cuando los frutos tienen un mayor calibre, también tendrán un mayor peso (Saltos et al., 2020, p.38), y también las diferentes densidades de siembra influyen en esta variable, ya que, al aumentar el número de plantas por hectárea, aumentará el

número de frutos, pero disminuirá su peso, tamaño y calidad para la venta (Franco et al., 2020, p.301).

Del mismo modo, el diámetro ecuatorial (anchura) y el diámetro polar (longitud) del fruto tuvieron gran influencia en el rendimiento del cultivo de mora pues se obtuvo coeficientes de correlación mayores al 85%. Esto se explica porque las plantas que produzcan frutos de mayor diámetro serán las que alcancen un mayor rendimiento al final de la temporada. Realpe, (2020, pp.35-59) encontró que el desarrollo y crecimiento de los frutos tiene un estado óptimo cuando se usa la tecnología del fertirriego puesto que se optimiza el uso de las sales minerales y por ende se incentiva el aumento del diámetro y número de frutos por planta. Además, a dosis altas de nitrógeno y potasio se evidenció un mayor rendimiento ya que el elemento K interviene directamente en la formación de los frutos.

En cuanto al diámetro polar, el mejor promedio se lo obtuvo con la dosis comercial recomendada de fertirriego A1 (330 kg/ha de N; 60 kg/ha de P_2O_5 ; 300 kg/ha de K_2O ; 74 kg/ha de Ca; y 48 kg/ha de Mg y S) con un valor de 29,94 mm, mismo que según la NTE INEN 2427 (2010, p.2) corresponde a una fruta de calibre grande. Los resultados concuerdan con los hallados por Almache (2017, p.24), Cárdenas (2013, p.60), Iza et al., (2016, p.87) y Ayala et al., (2013, p.15) quienes reportaron valores promedios entre 26 y 29,5 mm de diámetro polar en diferentes frutos provenientes de cultivares establecidos en la zona interandina del Ecuador.

Por otro lado, el mejor tratamiento para el diámetro ecuatorial del fruto fue la interacción A2B1 (495 kg de N/ha; 90 kg de P_2O_5 /ha; 450 kg de K_2O /ha; 111 kg de Ca/ha; y 72 kg de Mg y /ha; más 0 T de Ecoabonaza/ha) con un promedio de 22,75 mm, por lo que según la normativa NTE INEN 2427 (2010, p.2) los frutos corresponden a un calibre mediano. Los resultados coinciden con los obtenidos por Montalvo (2010, p.74), Almache (2017, pp.26-27), Sánchez et al., (2018, p.521) y Saltos et al., (2020, p.38), mismos que hallaron un diámetro ecuatorial del fruto entre 20 y 23 mm, asegurando que, en conjunto con el proceso de maduración de los frutos, éstos aumentan en tamaño tanto en longitud como en diámetro.

La variabilidad en el diámetro polar y ecuatorial del fruto puede deberse a la acción de fósforo, potasio y calcio puesto que estos nutrientes facilitan la división y elongación celular incentivando el desarrollo de flores y frutos, por ello el P debe suministrarse en etapas críticas de floración y fructificación (Franco et al., 2020, pp.149-150; Viteri et al., 2016, p.58). Del mismo modo, Cardona (2017, pp.18-19) menciona que el fósforo es vital en el crecimiento del fruto, así como para la división celular, estimulando la fructificación; también dice que el potasio ayuda a

aumentar la longitud y tamaño de los frutos. Por otro lado, Almache (2017, p.27) atribuyó los promedios inferiores a la baja capacidad de las plantas para translocar fotosintatos desde el tallo hasta los frutos, factor que está relacionado con la genética de la planta y con la cantidad de Ca en el torrente vascular.

La variable firmeza del fruto no mostró diferencias significativas para ninguno de los factores estudiados. Los tratamientos evaluados presentaron valores de firmeza entre 3 y 3,3 N, resultados cercanos a los considerados óptimos (3,5 N) por el INIAP. Además, están dentro del rango de los resultados obtenidos por Sánchez et al., (2020, p.13), Cárdenas (2013, p.71), Mejía (2011, p.136) y Montalvo (2010, p.75) quienes reportaron valores entre 1,8 y 3,9 N, con una tendencia a disminuir cuando el índice de madurez es más avanzado.

La variable firmeza de los frutos es afectada principalmente por la disponibilidad de Calcio. Este nutriente forma parte de la laminilla media que se encuentra entre las paredes celulares del fruto. Así, a dosis altas de Ca, los frutos resultan con una mayor firmeza y resistencia al transporte y daños mecánicos (Franco et al., 2020, p.150). La disminución de la firmeza de los frutos en los índices de madurez más avanzados se atribuye a la descomposición hidrolítica de los almidones y pectinas, sustancias que mantienen la fuerza cohesiva entre las células, y la ausencia de éstas hace que las paredes celulares se degraden y en consecuencia los frutos se hacen más blandos (Arias, 2000; citado en Moreno y Deaquiz, 2015, p.136). En nuestro caso, los frutos cosechados fueron homogéneos, con similares características y correspondieron a grados de madurez entre 4,5 y 5 según la Ilustración 2-2, por eso la firmeza tuvo valores similares en todos los tratamientos. Por otro lado, Guzmán et al., (2018, pp.68-69) mencionan que la pectina y la celulosa se descomponen por la acción de enzimas de las poligalacturonasas y celulasas mismas que contribuyen al ablandamiento del fruto, por ello los frutos cosechados se pueden tratar con productos inhibidores de estas enzimas como el metilciclopropeno (1-MCP) para retardar las pérdidas de firmeza en la poscosecha y extender su vida útil hasta en 4 días conservados a una temperatura de 1°C.

Para el volumen de la pulpa, los mejores promedios se los obtuvo con la aplicación de la dosis alta (DC+50%) y la dosis comercial de fertiriego (DC) con valores de 886,11 y 877,78 ml, respectivamente, lo que significa un promedio de 8,8 ml/fruto, resultados superiores a los hallados por Ayala et al., (2013, p.15) y Sánchez et al., (2020, p.13) quienes reportaron valores promedios entre 4 y 7 ml/fruto para frutos en distintos estados de madurez.

El volumen de la pulpa está estrechamente relacionado con la presencia de Ca, K y B, pues estos facilitan el cuajado de los frutos (Calleros, 2019, p.5), lo que conlleva a una mayor cantidad de materia y compuestos dentro de estos y por ende se tendrá un mayor volumen en la pulpa de los frutos. El volumen de la pulpa también se asocia con el volumen del fruto y depende de la cantidad de frutos que existen en la planta e influye en su tamaño, puesto que, a mayor número de frutos, hay mayor competencia entre los mismo, una menor división celular y por ende un menor desarrollo, razón por la cual en muchas plantaciones se utilizan productos para raleo de frutos con la finalidad de aumentar la calidad de estos. La cantidad de la pulpa de los frutos también está relacionada con el peso de los mismos, y puede representar entre el 40 y 50% del peso total de los frutos, pero descartando el zumo en forma de líquido. (Curetti, 2009, p.15; Vila, 2006, pp.140-141). Sin embargo, Cunalata (2018, p.28) menciona que el rendimiento de la pulpa puede llegar hasta un 52% con relación al peso, esto significa que por cada fruto de 5 g de peso promedio se puede obtener 2,52 ml de pulpa sabiendo que su densidad es de 1,03 g/cm³ y descartando las semillas e impurezas.

En cuanto a los Sólidos Solubles Totales (SST) también se vieron afectados por las dosis de fertirriego y el elemento que más influye sobre esta variable es el potasio. Aquellos tratamientos que recibieron dosis bajas de K presentaron menor cantidad de SST acumulados en el fruto. Esto se debe a que el potasio participa en la activación de enzimas que catalizan reacciones para producir sacarosa y además ayuda al transporte de este azúcar desde su lugar de síntesis hasta el fruto. Es así como este nutriente es altamente requerido cuando las plantas se encuentran en la etapa de llenado del fruto (Valverde et al., 2016, p.92). Los SST también son influenciados por la presencia de fósforo (fuente de energía) y boro, ya que actúa como un regulador de la actividad de fitohormonas. Además, los SST tienen una tendencia de aumento durante las etapas de poscosecha debido a la transformación de ácidos orgánicos en diferentes tipos de azúcares, aunque se llegará a un punto donde la cantidad de SST disminuya (Guzmán et al., 2018, p.72; Ayala et al., 2013, p.15).

El mejor tratamiento fue la dosis alta (DC + 50%) (495 kg de N/ha; 90 kg de P₂O₅/ha; 450 kg de K₂O/ha; 111 kg de Ca/ha; y 72 kg de Mg y S/ha) con un promedio de 10°Brix, que supera los 9°Brix que es el requerimiento mínimo de la normativa ecuatoriana para la comercialización de mora de Castilla (NTE INEN 2427, 2010, p.4). Los valores obtenidos concuerdan con los resultados publicados por Sánchez et al., (2018, p.521), Martínez et al., (2019, p.68), Iza et al., (2020, p.52) e Iza et al., (2016, p.91) quienes encontraron valores promedios entre 8,3 y 10,3°Brix para frutos de distintas zonas productoras de la Sierra.

La Acidez Total Titulable (ATT) también está influenciada indirectamente por la presencia de potasio, ya que este actúa a favor de la conversión de ácidos orgánicos a azúcares. Al aumentar la cantidad de azúcares, disminuye la acidez y el fruto se vuelve más dulce. En nuestro estudio, los promedios más bajos se los obtuvo con la dosis comercial (DC) y dosis alta de fertiriego (DC + 50%) con un promedio de 2,11% en base al ácido cítrico para ambos tratamientos. Según la normativa ecuatoriana, este valor está dentro del valor máximo permitido para comercializar mora de Castilla, misma que debe ser hasta 1,8% de acidez titulable (NTE INEN 2427, 2010, p.4).

Nuestros resultados se encuentran dentro del rango de acidez titulable publicado por Ayala et al., (2013, p.15), Iza et al., (2016, pp.91-92), Iza et al., (2020, p.53) y Sánchez et al., (2018, p.521) quienes en sus estudios determinaron valores entre 2 y 3,9% de ácido cítrico con tendencia a disminuir en los estados de madurez más avanzados. Este comportamiento de disminución de la acidez se explica por el aumento de la tasa respiratoria del fruto, así como el contenido de azúcares y pigmentos.

Guzmán et al., (2018, p.72) menciona que la acidez tiende a disminuir con el avance del índice de madurez del fruto, puesto que muchos ácidos se descomponen en otros compuestos orgánicos. Es decir, la ATT tiene una relación inversamente proporcional a los SST, pues durante la maduración, la cantidad de azúcares aumenta mientras que los ácidos disminuyen (Saltos et al., 2020, p.41).

En cuanto al Índice de Madurez (IM) los mayores índices se obtuvieron con la dosis comercial (DC) y la dosis alta de fertiriego (DC + 50%) con promedios de 4,6 y 4,8 respectivamente. Nuestros resultados coinciden con los reportados por Montalvo (2010, p.79), Almache (2017, p.42), Iza et al., (2016, p.92), Iza et al., (2020, p.52) y Mejía (2011, p.136) quienes encontraron valores promedios entre 4 y 5,3 para el IM en sus diferentes estudios.

El índice de madurez es una característica de calidad del fruto y puede ser usado para determinar el tiempo adecuado de la cosecha. De este factor dependen las características sensoriales y organolépticas, así como el tiempo de vida útil de los frutos. Mientras el valor de IM sea mayor, mejor será el sabor de la mora, pues habrá mayor contenido de azúcares (Almache, 2017, p.42). Esto se debe a que, durante el proceso de maduración de los frutos los azúcares tienden a aumentar, pero los ácidos se descomponen y disminuyen en cantidad (Guzmán et al., 2018, p.72) por lo que los índices de madurez en los estados más avanzados de maduración serán mayores que en etapas tempranas.

4.2.3 Análisis económico

El tratamiento con la mayor relación beneficio/costo correspondió a la dosis alta + 0 T de Ecoabonaza/ha (A2B1) con ingresos de \$49,05 y egresos de \$40,86 lo que significa un B/C de 1,20 lo que significa que se tendrá un margen de ganancia de 20 centavos por cada dólar invertido. Cabe recalcar que la estimación corresponde para un tiempo de 6 meses, considerando que el primer año es el de mayor inversión, por lo que las ganancias económicas en el futuro serán mayores.

Al tratarse de un programa de fertiriego, lo más costoso es la infraestructura para el sistema de riego por goteo, y luego están los fertilizantes, que en nuestro caso fueron usados en pocas cantidades al tratarse de 75m² de estudio en cada tratamiento, y tuvieron poca influencia en los costos de producción, pero esto puede variar dependiendo de las fuentes y dosis utilizadas, así como de la zona de estudio.

CONCLUSIONES

La dosificación de gallinaza tuvo poca influencia en el rendimiento y calidad de la mora debido a que la liberación de los nutrientes es de forma lenta y continua, aunque aporta micronutrientes esenciales para el cultivo. Por el contrario, las diferentes dosis de fertiriego lograron un efecto significativo en la producción y calidad de los frutos de mora, lo que sugiere una respuesta positiva del cultivo hacia la aplicación alta de N, P y K vía fertiriego.

La mejor dosis de fertiriego fue la dosis alta (DC+50%): 495kg de N/ha; 90kg de P₂O₅/ha; 450kg de K₂O/ha; 111kg de Ca/ha; 72kg de Mg/ha; y 72kg de S/ha; pudiéndose obtener un rendimiento anual de 3kg/panta o 8,3T/ha, valor que está dentro de un rango aceptable ya que supera la media de producción de las principales provincias productoras del Ecuador.

En cuanto a la calidad de los frutos, los promedios de las variables de firmeza del fruto (3,15N), diámetro polar del fruto (29,9mm), diámetro ecuatorial del fruto (22,7mm) y SST (10°Brix) presentaron valores aceptables por la normativa ecuatoriana INEN 2427 para la comercialización y consumo de frutos de mora. Por el contrario, el peso de los frutos (5,7g), la ATT (2,11%) y el IM (4,7) fueron valores bajos en comparación con los presentados en la normativa. En conclusión, la mayoría de los frutos cosechados fueron de buena calidad para su expendio en los mercados de la ciudad de Riobamba gracias a que cumple con ciertos parámetros que la hacen apta para su consumo.

Se obtuvo una relación Beneficio/Costo de 1,20, por lo que se concluye que el cultivo de mora de Castilla es económicamente rentable, pues tiene buenas características productivas lo que la convierte en un rubro importante para las familias productoras. Cuando se establece un sistema de fertiriego en este cultivo la inversión inicial es un poco elevada debido a la tecnología utilizada para optimizar los recursos, con el tiempo se recupera dicha inversión y se obtienen mayores ingresos económicos lo que contribuye a mejorar la calidad de vida de los agricultores.

RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar, en la etapa productiva, mediante fertiriego 495kg de N/ha; 90kg de P_2O_5 /ha; 450kg de K_2O /ha; 111kg de Ca/ha; 72kg de Mg/ha; y 72kg de S/ha para una buena nutrición y productividad del cultivo de mora de Castilla.

También se recomienda profundizar estudios sobre los efectos de diferentes abonos orgánicos en el rendimiento y calidad de la mora a largo plazo para notar si existe alguna influencia de las fuentes orgánicas sobre los parámetros de cosecha.

Además, es recomendable la evaluación de las dosis máximas y mínimas de macro y micronutrientes con el objetivo de generar recomendaciones adecuadas que no lleven a pérdidas en la productividad y calidad del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

ALDAZ MENESES, José. Diagnóstico de la situación actual del cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth) en la parroquia Huambaló del cantón Pelileo provincia del Tungurahua (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Ecuador. 2021. P. 139.

ALMACHE, Natalia Yesenia. Caracterización morfológica y físico-química de frutos de 7 ecotipos de mora (*Rubus glaucus* Benth.), bajo dos densidades de siembra en Tumbaco (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. 2017. P. 83.

ALTAMIRANO, Ángel Eduardo. Evaluación de tres dosis de fertiriego y tres dosis de materia orgánica en el cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth) TUNSHI-CER (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Ecuador. 2022. P. 94.

ARCOS TORRES, José Franklin. *Fertilizantes y Nutrición Vegetal*. Riobamba-Ecuador: ESPOCH, 2013, P. 117.

ARTUNDUAGA BERMEO, Beatriz. Efecto de la fertilización en dos ecotipos de mora (*Rubus* sp) y su relación con el rendimiento en Andisoles (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. 2010. P. 67.

AYALA, Leidy; et al. “Caracterización fisicoquímica de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) en seis estados de madurez”. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 11, n°2 (2013), (Colombia) pp. 10-18.

BARRERA, Víctor; et al. “Tipificación de los productores de mora de Ecuador para optimizar sus estrategias de medios de vida”. *INIAP*, (2016), (Ecuador) P. 23.

BOLAÑOS BENAVIDES, Martha Marina; et al. *Mora (Rubus glaucus Benth.) Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca*. Bogotá-Colombia: Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA, 2020, P. 91.

CALLEROS, Gil. “La Bioestimulación del Amarre de Frutos en Cultivos Hortofrutícolas”. *INTAGRI*, (2019), (México).

CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. *Manual: Mora.* 2015. P. 54.

CÁRDENAS CASTILLO, Yesenia. Evaluación agronómica y fenología de dos clones de mora sin espinas (*Rubus glaucus* Benth) para determinar su potencial comercial. Tumbaco, Ecuador (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito, Ecuador. 2013. P. 120.

CARDONA, Willian. Requerimientos nutricionales (nitrógeno, fósforo, potasio y calcio) en etapa vegetativa y reproductiva de un cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth.), ubicado en el municipio de Silvania (Cundinamarca) (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrícolas, Bogotá, Colombia. 2017. P. 431.

CASACA, Ángel Daniel. *El cultivo de la mora.* San José-Costa Rica: Secretaría de Agricultura y Ganadería, 2005, P. 14.

CEVALLOS BERMEO, Luis Alberto. Manejo agronómico del cultivo de mora de Castilla (*Rubus glaucus*) (Trabajo de titulación) (Tecnología). Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Milagro, Ecuador. 2020. P. 60.

CUNALATA, Yesenia. Diseño del proceso para la extracción de pulpa a partir de mora para la Asociación de Producción Agrícola Cadena Provincial de Mora ASOPROCAMOR Tungurahua (Trabajo de titulación) (Ingeniería). ESPOCH, Riobamba, Ecuador. 2018. P. 135.

CURETTI, Mariela. Efecto y modo de acción de la aplicación foliar de urea sobre perales CV. Williams Bon Chretien en floración (Trabajo de titulación) (Maestría). Università Degli Studi Di Bologna, General Roca, Argentina. 2009. P. 96.

DUMROESE, Kasten; et al. *Riego y fertirriego.* En: Producción de plantas en viveros forestales. Buenos Aires-Argentina: Consejo Federal De Inversiones, 2012, pp. 115-125.

FRANCO, Germán; & GIRALDO, Manuel. *El cultivo de la mora.* Manizales-Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2001. P. 86.

FRANCO, Germán; et al. "Fertilización de la mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth), en zonas Fn del departamento de Caldas". *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*, (2000), (Colombia) pp. 81-87.

FRANCO, Germán; et al. *Tecnología para el cultivo de la mora (Rubus glaucus Benth.)*. Mosquera-Colombia: AGROSAVIA, 2020. P. 384.

GÓMEZ, Claudia. *Mora de Castilla (Rubus glaucus Benth)*. En: ROJAS, Juan; et al. *Caracterización de los productos hortifrutícolas colombianos y establecimiento de las normas técnicas de calidad*. Cali-Colombia: CECICAFE, 2004, pp. 44-49.

GÓMEZ HERNÁNDEZ, Teodoro; & SÁNCHEZ DEL CASTILLO, Felipe. “Soluciones nutritivas diluidas para la producción de jitomate a un racimo”. *Terra Latinoamericana*, vol. 21, n° 1, (2003), (México) pp. 57-63.

GONZÁLEZ CASTRO, Yolanda; et al. “Puntos críticos de la cadena productiva de la mora (*Rubus glaucus* Benth), en el municipio de Pamplona, Colombia”. *Revista de Investigación Desarrollo e Innovación*, vol. 10, n° 1, (2019), (Colombia) pp. 9-22.

GRASSO, Andrés. “Brechas en la producción de secuencias de cultivos en la región pampeana según estrategias de fertilización”. (2019), (Argentina) P. 8.

GUZMAN, Miguel. *Población, agua, suelo y fertilizantes: El Ferti-riego*. CYTED, 2004. pp. 5-10.

GUZMÁN, Tania; et al. “Caracterización de la poscosecha de la mora de castilla (*Rubus glaucus*) tratada con 1-metilciclopropeno”. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 27, n° 1, (2018), (Ecuador) pp. 66-75.

INLAGO, Carolina; & CONTERÓN, Diana. Evaluación de las características agronómicas y pomológicas de dos clones experimentales y una variedad de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth), en Rumilarca, San Juan de Ilumán, Otavalo-Imbabura (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2016. P. 115.

IZA, Fernanda; et al. “Línea base de la calidad de la mora de castilla (*Rubus glaucus*) en su cadena alimentaria”. *Revista Enfoque UTE*, vol. 7, n° 3, (2016), (Ecuador) pp. 82-94.

IZA, Mónica; et al. “Diferenciación morfológica, fenológica y pomológica de cultivares comerciales de mora (*Rubus glaucus* Benth.)”. *Revista Enfoque UTE*, vol. 11, n° 2, (2020), (Ecuador) pp. 47-57.

JULCA OTINIANO, Alberto; et al. “La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura”. *IDESIA*, vol. 24, n° 1, (2004), (Chile) pp. 49-61.

MAGAP. *Zonificación Agroecológica Económica del cultivo de Mora en el Ecuador Continental*. [Blog]. Quito: 2014. [Consulta: 10 enero 2023]. Disponible en: <https://fliphtml5.com/ijia/agtz/basic>

MANTILLA, Guillermo; et al. *Los suelos; estabilidad, productividad y degradación*. En: *El medio ambiente en Colombia*. 2001. pp. 229-277.

MARTÍNEZ, Aníbal; et al. “Ficha técnica de la variedad de mora sin espinas (*Rubus glaucus* Benth) INIAP ANDIMORA-2013”. *INIAP*, (2013), (Ecuador) P. 14.

MARTÍNEZ, Aníbal; et al. “Evaluación de nuevas tecnologías de producción limpia de la mora de castilla (*Rubus glaucus*), en la zona Andina de Ecuador, para un buen vivir de los fruticultores”. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, vol. 7, n° 1, (2019), (Ecuador) pp. 63-70.

MARTÍNEZ BARRERA, Leoncio. *Manual de Fertirrigación*. La Serena-Chile: INIA, 1998, P. 80.

MEJÍA, Paúl. Caracterización morfoagronómica de genotipos de mora (*Rubus glaucus* Benth) en la Granja Experimental Tumbaco – INIAP (Trabajo de Titulación) (Ingeniería) Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador. 2011. P. 230.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. *Boletín Situacional Cultivo de mora*. [Blog]. Quito: 2021. [Consulta: 15 enero 2023]. Disponible en: <https://fliphtml5.com/ijia/ztvq/basic>

MONTALVO VARGAS, Daniela. Evaluación de la calidad poscosecha de las accesiones seleccionadas de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) provenientes de la provincia de Tungurahua y Bolívar (Trabajo de Titulación) (Ingeniería) Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2010. P. 195.

MORA AGUILAR, R; et al. “Agrofenología de *Physalis peruviana* L. en invernadero y fertirriego”. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, vol. 12, n° 1, (2006), (México) pp. 57-63.

MORENO, Brigitte; & DEAQUIZ, Yuli. “Caracterización de parámetros fisicoquímicos en frutos de mora (*Rubus alpinus* Macfad)”. *Acta Agronómica*, vol. 65, n° 2, (2016), (Colombia) pp. 130-136.

NTE INEN 2427. *Frutas Frescas. Mora. Requisitos.*

NÚÑEZ TOSCANO, Elías. Evaluación de Ecoabonaza en la producción forrajera del *Medicago sativa* (Alfalfa) (Trabajo de Titulación) (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Riobamba, Ecuador. 2014. P. 131.

PÉREZ SARABIA, Verónica. Plan de fertirrigación en el cultivo de mora de Castilla con espinas (*Rubus glaucus* B), cantón Ambato, provincia de Tungurahua (Trabajo de Titulación) (Ingeniería) Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Ecuador. 2011. P. 145.

PRECIADO RANGEL, Pablo; et al. “Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero”. *Revista Interciencia*, vol. 36, n° 9, (2011), (Colombia) pp. 689-693.

REALPE, Mireya. Efecto de dos niveles de N y K con fertirriego en el rendimiento de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) Fase I (Trabajo de Titulación) (Ingeniería) Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito, Ecuador. 2020. P. 94.

ROMO, Miguel. “Importancia del Fertirriego en la Tecnificación de Cultivos”. *INTAGRI*, (2019), (México) P. 12.

SALTOS, Rubén; et al. “Rendimiento y atributos de calidad de mora (*Rubus glaucus* Benth) de cuatro zonas productoras de Bolívar”. *Revista de Investigación Talentos*, vol. 7, n° 2, (2020), (Ecuador) pp. 33-45.

SÁNCHEZ, Erika; et al. “Atributos de calidad de frutos en diez genotipos de mora colombiana (*Rubus glaucus* Benth.)”. *Agronomía Colombiana*, vol. 38, n° 1, (2020), (Colombia) pp. 9-18.

SÁNCHEZ, José; et al. “Caracterización de la variabilidad fenotípica de mora (*Rubus glaucus* Benth) en tres zonas productoras de la provincia Bolívar Ecuador”. *Revista de Investigación Talentos V*, (2018), (Ecuador) pp. 514-524.

SUQUILANDA VALDIVIESO, Manuel. *Manejo Agroecológico de Suelos.* Quito-Ecuador: MAGAP, 2017. P. 292.

TACURI, Rita; & YUNGA, Martha. Evaluación de la implementación de fertirriego: Irrigal Combi (Nutriente orgánico líquido), Bonanza (30-10-10+EMQ) en aplicación subterránea en respuesta de la producción de mora (*Rubus glaucus*) variedad Castilla mediante siembra clonal directa (Estacas) (Trabajo de Titulación) (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. 2012. P. 146.

VALVERDE, Franklin; et al. *Nutrición del cultivo de la mora de Castilla.* En: VITERI et al. *El cultivo de la mora en Ecuador.* Quito-Ecuador: INIAP, 2016, pp. 79-102.

VILA LÓPEZ, Rosario. Caracterización físico-química del membrillo japonés (*Chaenomeles* sp. Lindl.). Desarrollo fisiológico y conservación frigorífica (Trabajo de Titulación) (Doctorado) Universidad de Murcia, Facultad de Veterinaria, Murcia, España. 2006. P. 308.

VINASCO, Marta; et al. “Evaluación de cinco parámetros de calidad en fruta de la mora de Castilla *Rubus glaucus* Benth variedad sin espinas comparada con la variedad con espinas, en cultivos de la zona sur del departamento del Huila”. *Revista de Investigaciones UNAD*, vol. 9, n° 2, (2010), (Colombia) pp. 235-244.

VITERI, Pablo; et al. *Características generales de la planta, variedades cultivadas y clones promisorios de mora.* En: VITERI; et al. *El cultivo de la mora en el Ecuador.* Quito-Ecuador: INIAP, 2016, pp. 39-54.



ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS DE AGUA

Código Agrarprojeckt: ECI-021220 Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra:	Agua de Riego
Número de Muestra:	# 1
Información Proporcionada por el Cliente:	Estación Experimental Tunshi-Espoch, Licto, Riobamba

Contenido de macro- y microelementos en mg / l (equivalente a ppm)

Análisis	Unidades	*Recomendación: Agua de Riego para Cultivos Agrícolas Intensivos	Resultado
pH	-	5.4 - 8.8	8.2
Conductividad (CE)	mS/cm	< 1.0 (ideal: < 0.5)	0.33
Dureza Total	-	-	-
Clasificación	-	-	agua blanda
Grado Dureza °d	°d	-	5.9
Dureza en mmol/l	mmol/l	-	1.1
Dureza equivalente CaCO3 en ppm	mg/l	< 275	106
(RAS)	-	< 6 (ideal: < 3)	0.93
Nitrato (NO3)	mg/l	< 30	2.7
Fosfato (PO4)	mg/l	< 15	1.4
Sulfato (SO4)	mg/l	< 72	31.3
Cloruro (Cl ⁻)	mg/l	< 106 (ideal: < 53)	10.8
Bicarbonato (HCO3)	mg/l	< 183	141
Σ Aniones	meq/l	-	3.36
Amonio (NH4)	mg/l	< 4.5	0.52
Potasio (K)	mg/l	< 20	5.3
Magnesio (Mg)	mg/l	< 30	13.2
Calcio (Ca)	mg/l	< 60	20.6
Sodio (Na)	mg/l	< 70 (ideal: < 35)	22.0
Σ Cationes	meq/l	-	3.23
Hierro (Fe)	mg/l	< 1.5	0.654
Manganeso (Mn)	mg/l	< 0.5	0.043
Cobre (Cu)	mg/l	< 0.1	0.074
Zinc (Zn)	mg/l	< 0.3	0.054
Boro (B)	mg/l	< 0.3	0.116

ANEXO B: ANÁLISIS DE SUELO

Código Agrarprojejt: EPC-070421

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRAS	
Tipo de Muestra:	Suelo
Cultivo:	Arándano
Número de Muestra:	# 1
Información Proporcionada por el Cliente:	ESPOCH - Tunshi

Contenido de macro- y micronutrientes en mg / litro (respectivamente ppm) en la solución del extracto Volumen 1:2

Análisis	Unidades	*Niveles recomendados de Rolanda "Grupo 7, Frutales/Hortalizas, Valores Generales"			Resultado
		Min.	Ópt.	Máx.	
**pH (en H ₂ O)	-	-	4.0 - 5.0	-	7,7
Conductividad (CE)	mS/cm	0,7	1,0	1,4	0,15
Nitrato (NO ₃)	ppm	105	210	315	34,6
Amonio (NH ₄)	ppm	-	-	< 7,8	0,5
Fosfato (PO ₄)	ppm	11	14	21	2,2
Potasio (K)	ppm	47	71	118	4,7
Magnesio (Mg)	ppm	17	29	49	5,3
Calcio (Ca)	ppm	45	90	180	10,5
Sulfato (SO ₄)	ppm	57	115	230	4,5
Sodio (Na)	ppm	-	-	< 92	12,0
Cloruro (Cl ⁻)	ppm	-	-	< 142	5,5
Hierro (Fe)	ppm	0,280	0,447	0,559	2,23
Manganeso (Mn)	ppm	0,055	0,110	0,165	0,132
Cobre (Cu)	ppm	0,013	0,045	0,057	0,012
Zinc (Zn)	ppm	0,098	0,131	0,164	0,024
Boro (B)	ppm	0,106	0,162	0,270	0,323

ANEXO C: COSTOS DE TECNOLOGÍA DE LOS TRATAMIENTOS

COSTOS DE TECNOLOGÍA (\$)

Dosis de Fertiriego	Denominación	Costo Fertiriego+ Ecoabonaza (B1)	Costo Fertiriego+ Ecoabonaza (B2)	Costo Fertiriego+ Ecoabonaza (B3)
Comercial	A1	16,70	18,70	20,70
Alta	A2	17,35	19,35	21,35
Baja	A3	16,52	18,52	20,52
Agua	A4	14,31	16,31	18,31

ANEXO D: COSTOS VARIABLES DE LOS TRATAMIENTOS

COSTOS VARIABLES (\$)					
Tratamiento	Denominación	Costo Mantenimiento	Costo Productos fitosanitarios y biostimulantes	Gasto por ventas	Total costos variables
1	A1B1	12,55	5,70	5,50	23,75
2	A1B2	12,55	5,70	5,50	23,75
3	A1B3	12,55	5,70	5,25	23,50
4	A2B1	12,55	5,70	5,25	23,50
5	A2B2	12,55	5,70	5,50	23,75
6	A2B3	12,55	5,70	5,25	23,50
7	A3B1	12,55	5,70	5,25	23,50
8	A3B2	12,55	5,70	5,00	23,25
9	A3B3	12,55	5,70	5,25	23,50
10	A4B1	12,55	5,70	4,50	22,75
11	A4B2	12,55	5,70	4,50	22,75
12	A4B3	12,55	5,70	4,50	22,75

ANEXO E: PROGRAMA DE FERTIRIEGO PARA LA PRODUCCIÓN DE MORA

Etapas	Días	Nutriente	Kg/ Ha	Días	Kg/ semana	Kg/Día 3 días/ semana	Elemento	% de Elemento	Lámina (mm)	pm del elemento (g/m ³)	ppm del fertilizante (g/m ³)	V agua para 200m ² (m ³)	Fertilizante para 0,6m ³ (g)	g/100L	Tanque 1 DC (g)	Tanque 2 DC + 50% (g)	Tanque 3 DC - 50% (g)
0-10%	0-18	NO3NH4	36	18	14,00	4,70	N	33,5	3	52,10	155,60	0,60	93,30	15,60	15,60	23,30	7,80
		MAP	8	18	3,10	1,00	N	12	3	4,10	34,60	0,60	20,70	3,50	3,50	5,20	1,70
			8	18	3,10	1,00	P2O5	61	3	21,10	34,60	0,60	20,70	3,50			
		NO3Ca	10	18	3,90	1,30	N	15,5	3	6,70	43,20	0,60	25,90	4,30	4,30	6,50	2,20
			10	18	3,90	1,30	Ca	26	3	11,20	43,20	0,60	25,90	4,30			
		NO3K	19	18	7,40	2,50	N	13	3	10,70	82,10	0,60	49,30	8,20	8,20	12,30	4,10
			19	18	7,40	2,50	K2O	46	3	37,80	82,10	0,60	49,30	8,20			
		S04Mg	7	18	2,70	0,90	MgO	16	3	4,80	30,20	0,60	18,10	3,00	3,00	4,50	1,50
			7	18	2,70	0,90	S	14	3	4,20	30,20	0,60	18,10	3,00			
EDTA Fe	2	18	0,80	0,30	Fe	9	3	0,80	8,60	0,60	5,20	0,90	0,90	1,30	0,40		
EDTA Mn	1,2	18	0,50	0,20	Mn	9	3	0,50	5,20	0,60	3,10	0,50	0,50	0,80	0,30		
10-20%	18-36	NO3NH4	34	18	13,20	4,40	N	33,5	3	49,20	146,90	0,60	88,10	14,70	14,70	22,00	7,30
		MAP	8	18	3,10	1,00	N	12	3	4,10	34,60	0,60	20,70	3,50	3,50	5,00	2,00
			8	18	3,10	1,00	P2O5	61	3	21,10	34,60	0,60	20,70	3,50			
		NO3Ca	22	18	8,60	2,90	N	15,5	3	14,70	95,10	0,60	57,00	9,50	9,50	14,30	4,80
			22	18	8,60	2,90	Ca	26	3	24,70	95,10	0,60	57,00	9,50			
		NO3K	34	18	13,20	4,40	N	13	3	19,10	146,90	0,60	88,10	14,70	14,70	22,00	7,30
			34	18	13,20	4,40	K2O	46	3	67,60	146,90	0,60	88,10	14,70			
		S04Mg	14	18	5,40	1,80	MgO	16	3	9,70	60,50	0,60	36,30	6,00	6,00	9,00	3,00
			14	18	5,40	1,80	S	14	3	8,50	60,50	0,60	36,30	6,00			
EDTA Fe	2	18	0,80	0,30	Fe	9	3	0,80	8,60	0,60	5,20	0,90	0,90	1,30	0,40		
EDTA Mn	1,2	18	0,50	0,20	Mn	9	3	0,50	5,20	0,60	3,10	0,50	0,50	0,78	0,30		

Etapas	Días	Nutriente	Kg/ Ha	Días	Kg/ semana	Kg/Día 3 días/ semana	Elemento	% de Elemento	Lámina (mm)	pm del elemento (g/m ³)	ppm del fertilizante (g/m ³)	V agua para 200m ² (m ³)	Fertilizante para 0,6m ³ (g)	g/100L	Tanque 1 DC (g)	Tanque 2 DC + 50% (g)	Tanque 3 DC - 50% (g)
20-30%	36-54	NO3NH4	49	18	19,10	6,40	N	33,5	3	70,90	211,70	0,60	127,00	21,20	21,20	31,80	10,60
		MAP	8	18	3,10	1,00	N	12	3	4,10	34,60	0,60	20,70	3,50	3,50	5,20	1,70
			8	18	3,10	1,00	P2O5	61	3	21,10	34,60	0,60	20,70	3,50			
		NO3Ca	22	18	8,60	2,90	N	15,5	3	14,70	95,10	0,60	57,00	9,50	9,50	14,30	4,80
			22	18	8,60	2,90	Ca	26	3	24,70	95,10	0,60	57,00	9,50			
		NO3K	34	18	13,20	4,40	N	13	3	19,10	146,90	0,60	88,10	14,70	14,70	22,00	7,30
			34	18	13,20	4,40	K2O	46	3	67,60	146,90	0,60	88,10	14,70			
		S04Mg	14	18	5,40	1,80	MgO	16	3	9,70	60,50	0,60	36,30	6,00	6,00	9,10	3,00
			14	18	5,40	1,80	S	14	3	8,50	60,50	0,60	36,30	6,00			
EDTA Fe	2	18	0,80	0,30	Fe	9	3	0,80	8,60	0,60	5,20	0,90	0,90	1,30	0,43		
EDTA Mn	1,2	18	0,50	0,20	Mn	9	3	0,50	5,20	0,60	3,10	0,50	0,50	0,78	0,26		
30-40%	54-72	NO3NH4	52	18	20,20	6,70	N	33,5	3	75,30	224,70	0,60	134,80	22,50	22,50	33,70	11,20
		MAP	8	18	3,10	1,00	N	12	3	4,10	34,60	0,60	20,70	3,50	3,50	5,20	1,70
			8	18	3,10	1,00	P2O5	61	3	21,10	34,60	0,60	20,70	3,50			
		NO3Ca	32	18	12,40	4,10	N	15,5	3	21,40	138,30	0,60	83,00	13,80	13,80	20,70	6,90
			32	18	12,40	4,10	Ca	26	3	36,00	138,30	0,60	83,00	13,80			
		NO3K	53	18	20,60	6,90	N	13	3	29,80	229,00	0,60	137,40	22,90	22,90	34,40	11,50
			53	18	20,60	6,90	K2O	46	3	105,30	229,00	0,60	137,40	22,90			
		S04Mg	28	18	10,90	3,60	MgO	16	3	19,40	121,00	0,60	72,60	12,10	12,10	18,10	6,00
			28	18	10,90	3,60	S	14	3	16,90	121,00	0,60	72,60	12,10			
EDTA Fe	2	18	0,80	0,30	Fe	9	3	0,80	8,60	0,60	5,20	0,90	0,90	1,30	0,40		
EDTA Mn	1,2	18	0,50	0,20	Mn	9	3	0,50	5,20	0,60	3,10	0,50	0,50	0,78	0,30		

Etapas	Días	Nutriente	Kg/ Ha	Días	Kg/ semana	Kg/Día 3 días/ semana	Elemento	% de Elemento	Lámina (mm)	pm del elemento (g/m³)	ppm del fertilizante (g/m³)	V agua para 200m² (m³)	Fertilizante para 0,6m³ (g)	g/100L	Tanque 1 DC (g)	Tanque 2 DC + 50% (g)	Tanque 3 DC - 50% (g)
40-50%	72-90	NO3NH4	61	18	23,70	7,90	N	33,5	3	88,30	263,60	0,60	158,10	26,40	26,40	39,5	13,20
		MAP	5	18	1,90	0,60	N	12	3	2,60	21,60	0,60	13,00	2,200	2,20	3,20	1,10
			5	18	1,90	0,60	P2O5	61	3	13,20	21,60	0,60	13,00	2,200			
		NO3Ca	32	18	12,40	4,10	N	15,5	3	21,40	138,30	0,60	83,00	13,80	13,80	20,70	6,90
			32	18	12,40	4,10	Ca	26	3	36,00	138,30	0,60	83,00	13,80			
		NO3K	53	18	20,60	6,90	N	13	3	29,80	229,00	0,60	137,40	22,90	22,90	34,40	11,50
			53	18	20,60	6,90	K2O	46	3	105,30	229,00	0,60	137,40	22,90			
		S04Mg	28	18	10,90	3,60	MgO	16	3	19,40	121,00	0,60	72,60	12,10	12,10	18,10	6,00
28	18		10,90	3,60	S	14	3	16,90	121,00	0,60	72,60	12,10					
EDTA Fe	2	18	0,80	0,30	Fe	9	3	0,80	8,60	0,60	5,20	0,90	0,90	1,30	0,43		
EDTA Mn	1,2	18	0,50	0,20	Mn	9	3	0,50	5,20	0,60	3,10	0,50	0,50	0,78	0,26		
50-60%	90-108	NO3NH4	38	18	14,80	4,90	N	33,5	3	55,00	164,20	0,60	98,50	16,40	16,40	24,60	8,20
		MAP	5	18	1,90	0,60	N	12	3	2,60	21,60	0,60	13,00	2,20	2,20	3,20	1,10
			5	18	1,90	0,60	P2O5	61	3	13,20	21,60	0,60	13,00	2,20			
		NO3Ca	32	18	12,40	4,10	N	15,5	3	21,40	138,30	0,60	83,00	13,80	13,80	20,70	6,90
			32	18	12,40	4,10	Ca	26	3	36,00	138,30	0,60	83,00	13,80			
		NO3K	53	18	20,60	6,90	N	13	3	29,80	229,00	0,60	137,40	22,90	22,90	34,40	11,50
			53	18	20,60	6,90	K2O	46	3	105,30	229,00	0,60	137,40	22,90			
		S04Mg	28	18	10,90	3,60	MgO	16	3	19,40	121,00	0,60	72,60	12,10	12,10	18,10	6,00
28	18		10,90	3,60	S	14	3	16,90	121,00	0,60	72,60	12,10					
EDTA Fe	2	18	0,80	0,30	Fe	9	3	0,80	8,60	0,60	5,20	0,90	0,90	1,30	0,43		
EDTA Mn	1,2	18	0,50	0,20	Mn	9	3	0,50	5,20	0,60	3,10	0,50	0,50	0,78	0,26		

Etapas	Días	Nutriente	Kg/ Ha	Días	Kg/ semana	Kg/Día 3 días/ semana	Elemento	% de Elemento	Lámina (mm)	pm del elemento (g/m³)	ppm del fertilizante (g/m³)	V agua para 200m² (m³)	Fertilizante para 0,6m³ (g)	g/100L	Tanque 1 DC (g)	Tanque 2 DC + 50% (g)	Tanque 3 DC - 50% (g)
60-70 %	108-126	NO3NH4	14	18	5,40	1,80	N	33,5	3	20,30	60,50	0,60	36,30	6,00	6,00	9,10	3,00
		MAP	5	18	1,90	0,60	N	12	3	2,60	21,60	0,60	13,00	2,20	2,20	3,20	1,10
			5	18	1,90	0,60	P2O5	61	3	13,20	21,60	0,60	13,00	2,20			
		NO3Ca	32	18	12,40	4,10	N	15,5	3	21,40	138,30	0,60	83,00	13,80	13,80	20,70	6,90
			32	18	12,40	4,10	Ca	26	3	36,00	138,30	0,60	83,00	13,80			
		NO3K	53	18	20,60	6,90	N	13	3	29,80	229,00	0,60	137,40	22,90	22,90	34,40	11,50
			53	18	20,60	6,90	K2O	46	3	105,30	229,00	0,60	137,40	22,90			
		S04Mg	28	18	10,90	3,60	MgO	16	3	19,40	121,00	0,60	72,60	12,10	12,10	18,10	6,00
28	18		10,90	3,60	S	14	3	16,90	121,00	0,60	72,60	12,10					
EDTA Fe	2	18	0,80	0,30	Fe	9	3	0,80	8,60	0,60	5,20	0,90	0,90	1,30	0,43		
EDTA Mn	1,2	18	0,50	0,20	Mn	9	3	0,50	5,20	0,60	3,10	0,50	0,50	0,78	0,26		
70-80%	126-144	NO3Ca	32	18	12,40	4,10	N	15,5	3	21,40	138,30	0,60	83,00	13,80	13,80	20,70	6,90
			32	18	12,40	4,10	Ca	26	3	36,00	138,30	0,60	83,00	13,80			
		MAP	5	18	1,90	0,60	N	12	3	2,60	21,60	0,60	13,00	2,20	2,20	3,20	1,10
			5	18	1,90	0,60	P2O5	61	3	13,20	21,60	0,60	13,00	2,20			
		NO3K	53	18	20,60	6,90	N	13	3	29,80	229,00	0,60	137,40	22,90	22,90	34,40	11,50
			53	18	20,60	6,90	K2O	46	3	105,30	229,00	0,60	137,40	22,90			
		S04Mg	28	18	10,90	3,60	MgO	16	3	19,40	121,00	0,60	72,60	12,10	12,10	18,10	6,00
			28	18	10,90	3,60	S	14	3	16,90	121,00	0,60	72,60	12,10			
EDTA Fe	2	18	0,80	0,30	Fe	9	3	0,80	8,60	0,60	5,20	0,90	0,90	1,30	0,43		
EDTA Mn	1,2	18	0,50	0,20	Mn	9	3	0,50	5,20	0,60	3,10	0,50	0,50	0,78	0,26		



esPOCH

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 13 / 07 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: CÉSAR DAVID TILLAGUANGO JMÉNEZ
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: RECURSOS NATURALES
Carrera: AGRONOMÍA
Título a optar: INGENIERO AGRÓNOMO
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



1397-UPT-DBRA-2023

