



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA
CARRERA DE AGRONOMÍA



TÍTULO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Tema: “EFECTO DE LA HORMONA AGRODEL EN LA PROPAGACIÓN
ASEXUAL DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth)”

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

AUTOR

Arias Morales Andrea Belen

TUTOR

Ing. Giovanni Velástegui Mg

CEVALLOS - ECUADOR

2023

**“EFECTO DEL AGRODEL EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL
DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth)”**

REVISADO POR:

.....

Ing. Giovanni Velástegui, Mg.

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Fecha

.....

15/03/2023

Ing. Patricio Núñez Torres, PhD

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

.....

15/03/2023

Ing. Segundo Curay, PhD

MIEMBRPO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

.....

15/03/2023

Ing. Olguer León, Mg.

MIEMBRPO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

La suscrita, ARIAS MORALES ANDREA BELEN, portador de la cédula de identidad número: 1804732590, libre y voluntariamente de claro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “EFECTO DE LA HORMONA AGRODEL EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth)” es original, autentico y personal. En la virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



Andrea Belen Arias Morales

DERECHO DE AUTOR

“Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EFECTO DE LA HORMONA AGRODEL EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth)” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniera Agrónoma, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

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

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



Andrea Belen Arias Morales

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por haberme permitido nacer en este mundo con salud y bienestar. A mi madre Rosa Elena Morales por siempre apoyarme en las buenas y más en las malas, por nunca rendirse ante cualquier dificultad y ser esa mujer fuerte que nos alienta a ser unos buenos profesionales a mí y mis hermanos. Gracias mami por ser esa amiga incondicional y confidente por ti estoy donde estoy. Mami lo logramos.

A mi familia que les adoro demasiado, mis abuelos son una de mis más mayores fortalezas por siempre apoyarme aunque tenga prohibido tocar los aguacates, mis tíos que son mi mayor anhelo gracias ñaño Ivan aún recuerdo cuando termine el colegió y me ayudaste desde el inicio a postularme y a decidir en qué Universidad voy a estudiar y que carrera gracias por ser ese apoyo y amigo que cuando no podía o no avanzaba nunca dudaste en ayudarme y ñaño Jorge eres el mejor tío que he tenido sin importar nuestros problemas has estado allí para ayudarme sin importar nada te agradezco por todo ñaño.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por haberme permitido llegar a este punto de mi vida con las personas que más amo que es mi familia y por bendecirme en todo momento en mi carrera estudiantil y por haberme permitido hacer realidad mi sueño de ser una profesional.

A la Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por brindarme la oportunidad de estudiar esta maravillosa carrera y por permitirme ir formando algunos aspectos tanto en campo profesional y el ámbito personal, por todas las enseñanzas, vivencias y anécdotas que me han permitido ir adquiriendo el conocimiento necesario para cumplir con este objetivo tan anhelado he importante que es ser una Ingeniera Agrónoma.

A mi Tutor Ing. Giovanny Velástegui que siempre me a brindado todo su apoyo y su valiosa tiempo y guía durante la realización de este proyecto de investigación de igual manera al Ing. Segundo Curay, Ing. Olguer León y al Ing. Luciano Valle por cada una de sus palabras consejos y enseñanzas para la elaboración de este proyecto.

A todos mis docentes que me brindaron su experiencia y conocimiento en toda esta trayectoria para llegar a este punto de mi vida y ser una persona confiada, segura para mi ámbito profesional.

¡Muchas gracias!

Andrea Belen Arias Morales

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
RESUMEN	11
SUMMARY	12
B. CONTENIDOS	13
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	13
INTRODUCCIÓN	13
1.1. Antecedentes de la investigación	14
<i>1.1.1. Generalidades de la Mora de Castilla (Rubus glaucus Benth)</i>	15
1.2. Objetivos	29
<i>1.2.1. Objetivos generales</i>	29
<i>1.2.2. Objetivo específico</i>	29
CATÍTULO II	31
MÉTODOLOGÍA	31
2.1. Ubicación del experimento	31
2.2. Características del lugar	31
<i>2.2.1. Clima</i>	31
<i>2.2.2. Descripción del recurso agua</i>	31
<i>2.2.3. Descripción del recurso suelo</i>	31
2.3. Equipos y Materiales	31
<i>2.3.1. Equipos</i>	31
<i>2.3.2. Materiales</i>	31
2.4. Factores de estudio	32
<i>2.4.1. Acciones de Mora de Catilla</i>	32
<i>2.4.2. Material de propagación F1</i>	32
<i>2.4.3. Total de plantas</i>	32
<i>2.4.4. Tiempos de inmersión</i>	32
2.5. Tratamientos	32
2.6. Diseño experimental	33
<i>2.6.1. Esquema de campo</i>	34
2.7. Manejo del experimento	35
<i>2.7.1. Obtención del material vegetal para el enraizamiento</i>	35
2.8. Preparación del área del ensayo	35
2.9. Preparación de las estacas	35

2.10. Sustrato	35
2.11. Llenado de los vasos plásticos	36
2.12. Aplicación de tratamientos	36
2.12.1. <i>Hormonagro de las estacas</i>	36
2.13. Riego	36
2.14. Controles fitosanitarios	36
2.15. Variables respuestas	36
2.15.1. <i>Volumen de raíces (al final) por estacas prendidas</i>	36
2.15.2. <i>Número de brotes nuevos por estaca prendida</i>	36
2.15.3. <i>Color de raíz (Blanco y Marrón) de las estacas prendidas con brotes y raíz ...</i>	37
2.15.4. <i>Número de días al inicio de la brotación de estacas prendidas</i>	37
2.15.5. <i>Porcentaje de enraizamiento de las estacas prendidas con brotes y macollada</i>	37
2.16. Procesamiento de la información	37
CAPÍTULO III	38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
3.1. Volumen de raíces (al final) por estacas prendidas	38
3.2. Número de brotes nuevos por estaca prendida	38
3.3. Color de raíz (Blanco y Marrón)de las estacas prendidas con brotes y raíz	40
3.4. Número de días al inicio de la brotación de estacas prendidas	40
3.5. Porcentaje de enraizamiento de las estacas prendidas con brotes	41
CAPÍTULO IV	42
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
4.1. Conclusiones	44
4.2. Recomendaciones	45
C. MATERIALES DE REFERENCIA	46
Bibliografía	46
Anexos	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tratamientos	33
Tabla 2.	<i>Prueba de Tukey al 5% para la variable número de brotes nuevos</i>	<i>39</i>
Tabla 3.	<i>Prueba de Tukey 5% para la variable porcentaje de enraizamiento.....</i>	<i>42</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Color de raíz (Blanco o Marrón).....	40
------------------	--------------------------------------	----

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló con la finalidad de evaluar algunos factores, que influyen en el desarrollo de las raíces de estacas de mora de castilla con espina y sin espina, con la ayuda del producto Agrodel para la estimulación de raíces a dosis recomendada por la ficha técnica del producto, en diferentes tiempos de inmersión de las estacas en 15, 30, 45 y 60 minutos, el material vegetal utilizado fue recolectado del caserío Yanahurco en sus estados de ramificación las cuales fueron determinadas como primarias, secundarias y chupones (látigo), se utilizó el diseño experimental bloques al azar, donde los resultados mediante la prueba de Tukey al 5% existió una diferencia estadística significativa con respecto a los tratamientos, obteniendo los siguientes resultados en los parámetros analizados como volumen de raíz a un promedio de 0.91 cm^3 , para el caso de número de brotes nuevos se determinó que el tratamiento A1E2I2 (mora de castilla con espina + rama secundaria + inmersión de la hormona en 30 minutos) mostro un mejor resultado teniendo un promedio de 3 brotes nuevos por estaca, en el caso del color de raíz el tratamiento A1E1I1 (mora de castilla con espina + rama primaria + inmersión de la hormona en 15 minutos) presento un promedio de tres estacas en el color Marrón siendo este el que más sobresalió de la investigación, para la variable el número de días desde la colocación de las estacas a la brotación presento un rango de (11 a 35) días A1E2I2 (mora de castilla con espina + rama secundaria + inmersión de la hormona en 30 minutos), el porcentaje de enraizamiento mostraron que el producto Agrodel debido a su composición (ácido giberélico 630 ppm, zeatina 210 ppm, ácido indol-3-butírico (IBA) 200 ppm, ácido 1-naftalenacético (ANA) 236 ppm), presento un porcentaje de enraizamiento de la mora del 33.33% A1E1I1 (mora de castilla con espina + rama primaria + inmersión de la hormona en 15 minutos) determinando que este producto es eficaz en el proceso de multiplicación asexual por estacas para la obtención de raíces y desarrollo vegetativo.

Palabras claves: Agrodel, brotes, enraizamiento, estacas, mora de castilla.

SUMMARY

The present investigation was developed with the purpose of evaluating some factors that influence the development of the roots of blackberry cuttings with and without thorns, with the help of the product Agrodel for the stimulation of roots at doses recommended by the technical data sheet of the product, in different times of immersion of the cuttings in 15, 30, 45 and 60 minutes, The plant material used was collected from the Yanahurco farmhouse in its branching stages, which were determined as primary, secondary and suckers (whip), the experimental design was used randomized blocks, where the results by means of the Tukey test at 5% showed a significant statistical difference with respect to the treatments, obtaining the following results in the parameters analyzed as root volume at an average of 0.91 cm³, for the number of new shoots it was determined that the A1E2I2 treatment (blackberry with thorn + secondary branch + hormone immersion in 30 minutes) showed a better result with an average of 3 new shoots per stake, in the case of root color the A1E1I1 treatment (blackberry with thorn + primary branch + hormone immersion in 15 minutes) presented an average of three stakes in the Brown color being this the most outstanding of the research, For the variable the number of days from the placement of the cuttings to sprouting presented a range of (11 to 35) days A1E2I2 (blackberry with thorn + secondary branch + hormone immersion in 30 minutes), the rooting percentage showed that the Agrodel product, due to its composition (gibberellic acid 630 ppm, zeatin 210 ppm, indole-3-butyric acid (IBA) 200 ppm, 1-naphthaleneacetic acid (ANA) 236 ppm), presented a blackberry rooting percentage of 33.33% A1E1I1 (blackberry with thorn + primary branch + hormone immersion in 15 minutes) determining that this product is effective in the process of asexual multiplication by cuttings to obtain roots and vegetative development.

Key words: Agrodel, shoots, rooting, cuttings, blackberry.

B. CONTENIDOS

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

La mora de Castilla (*Rubus glaucus*) fue descrita por Benth y descubierta por Hartw. Y cuyo origen se presume sea de las zonas altas de América, principalmente en Panamá, Colombia, Honduras, Salvador, Guatemala, México y Ecuador, en este último se produce en las provincias de Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Azuay, Bolívar, Imbabura, Pichincha y Carchi, los cuales Tungurahua es la principal productora de mora que concentran un 70% de la superficie sembrada (3673 ha), teniendo un rendimiento por hectárea de 5,45 t (**Martínez et al., 2013**).

De acuerdo con (**Germán et al., 2016**), en Ecuador la variedad con mayor interés comercial y con más aceptación por las industrias, consumidores y agricultores, es la mora de Castilla (*R. glaucus*) con el 98% del área cultivada que alcanza 5.142 ha., también son cultivadas otras variedades con menor aceptación y por ende ocupan una menor superficie como: Brazos (originaria de California), Ollalie (traída en 1987 de California), Cherokee, Comanche, etc.,

Los métodos actuales de propagación asexual (estacas, acodos, meristemos, tejidos, etc.) para la producción de plántulas de mora de Castilla sin espinas, presentan bajas tasas de enraizamiento, largo tiempo para obtener plantas listas para el campo, alto porcentaje de mortalidad al trasplante, lo cual unido a la baja calidad fitosanitaria, débil sistema radicular y heterogeneidad entre plantas, hacen necesario la realización de una buena selección de plantas madres (**Gaviria et al., 2013**).

Existe desconocimiento por parte de los viveristas sobre las técnicas de propagación vegetativa por estaca en mora de Castilla sin espinas y el uso de fitohormonas para enraizamiento, por lo que la obtención de plántulas es comúnmente afectada por el tiempo de enraizamiento; demostrándose la necesidad de la determinación de la metodología adecuada y el tipo de fitohormona apropiada, como la auxina, para obtener plantas de calidad (**Mariño et al., 2017**).

Las fitohormonas, como la giberelina GA₃ (ácido giberélico), permiten regular el crecimiento y el desarrollo de las plantas a lo largo de su ciclo de vida, mientras las axinas, como el ácido indolacético, controlan numerosos aspectos del desarrollo de la planta en combinación con el medio ambiente, tales como regulación de la división celular, la dirección y el alargamiento en los meristemos, dirigiendo así la organogénesis que se manifiesta con la formación de brotes y raíces (**Pérez et al., 2012**).

La aplicación de fitohormonas se ha incrementado debido a su efecto en la inducción sobre el desarrollo de los tejidos vegetales, sin embargo debido a que, en el caso de las giberelinas, sus concentraciones son bajas en semillas maduras secas, la promoción de su germinación se logra mediante la aplicación de fuentes exógenas con exposición a la luz, debido a su capacidad de estimular división celular y alargamiento de la raíz (**Castro et al., 2019**).

Con base a lo señalado anteriormente, la presente investigación se fundamentó en la búsqueda de una hormona para propagar en forma masiva la mora de Castilla (*R. glaucus*) con espina y sin espina de dos accesiones por medio de estacas. Por ello, se evaluó el efecto del Ácido Giberélico + ácido indol-3-butírico (AIB) + ácido 1-naftalenacético (ANA) para la producción de raíces, con el fin de ofrecer una alternativa económica a los agricultores y personal técnico del INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), ya que los métodos actualmente usados basados en el uso de semillas no muestra resultados satisfactorios, lo que no permite obtener los el potencial productivo del cultivo, lo que repercute en el nivel de ingresos de los pequeños y grandes productores (**López et al., 2019**).

1.1. Antecedentes de la investigación

Según **González & Gómez (2009)**, la mora de castilla es uno de los frutales más popular a nivel mundial, por su importante contenido de proteínas, vitaminas y minerales que aporta a los consumidores. Además, gracias a las investigaciones se ha podido descubrir un alto consumo de mora de castilla que ayuda a prevenir las enfermedades cardiacas y reduce el riesgo de cáncer.

Mammea et al., (2015), mencionan que mediante el método de esquejes utilizando hormonas ANA y AIB, de genotipos superiores de Mamey (*Mammea americana* L.) en Quevedo, de lo cual ocuparon un sustrato de tierra, arena y tamo de arroz que constituyen los tratamientos en estudio, de lo cual a los 45, 52 y 60 días se evaluó el porcentaje de mortalidad, enraizamiento de la planta en porcentaje, numero de raíces, longitud de raíces, numero de brotes, obteniendo un promedio el promedio más alto de 19,15% y la longitud de raíces fue de 24,10cm, teniendo un enraizamiento del 60%.

De acuerdo con lo manifestado por **Veliz (2017)**, en esta investigación se evaluó dos tipos de hormonas ANA y AIB para la propagación asexual en esquejes de la pitahaya roja (*Hylocereou undatus*) de lo cual la investigación fue establecida en la finca del Sr Gerardo Jácome en la parroquia de San Camilo del cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, de lo cual el porcentaje de enraizamiento fue del 98%, numero de brotes 1.86, su longitud de 21.39cm, el peso de la

masa radicular de 36.86g y el porcentaje de mortalidad fue de 2%, concluyendo que la utilización de estas hormonas tiene un comportamiento fisiológico efectivo en las plantas *Cactácea*.

Pérez et al., (2012), manifiestan que, la mora de castilla esta entre los 30 principales exportadores del mundo, Chile sobresale, puesto que años anteriores este país contaba con muy escaso producto, pero al pasar el tiempo y los años pudieron alcanzar la cabecera de la lista de los mayores exportadores de la mora de castilla a nivel mundial, por otro lado, Guatemala siendo uno de los mayores productores de mora de castilla en el mundo, solo exporta una pequeña parte de su producción total.

En Ecuador se cultiva algunas variedades de mora de castilla anual mente más de 1.900 hectáreas de mora de castilla, con una cosecha correspondiente al 95.6% de la siembra realizada. A nivel provincias, Tungurahua produce alrededor del 88% de toda la mora de castilla del país, Chimborazo representa al 3.2% y Cotopaxi el 2.1%, además le siguen las provincias de Pichincha, Bolívar, Imbabura y Carchi (**Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2013**).

1.1.1. Generalidades de la Mora de Castilla (Rubus glaucus Benth)

González & Gómez (2009), manifiesta que la mora de castilla es una planta perenne, de forma arbustiva, semi erecta, con un tallo bienales, semi erguidos, que forman macollas, con agujones que se van extendiendo hacia los peciolos y a las nervaduras centrales del envés de las hojas, de la cual estas emiten constantemente brotes basales que obtienen una buena longitud que les ayuda a una buena ramificación. Las hojas alternas tienen tres foliolos oval-lanceolados, dos basales y uno terminal, sus bordes aserrados, de un color verde en su haz y blanquecino en el envés. Estas ramas florecen en racimos terminales ya que estas se caducan al haber terminado su fructificación, de las cuales algunas ramas se forman en procumbentes al contacto al suelo de la cual va produciendo enraizamiento.

- **Morfología**

Raíz: En la mora se puede observar una sola raíz principal gruesa que está formada a partir de la radícula del embrión, de la cual se van formando varias raíces laterales de menos calibre que se va a ir ramificando cada vez más, hasta tener un cubrimiento del área alta o igual que la corona de la planta (**Andrade et al., 2021**).

Tallo: El tallo se encuentra a continuación de la raíz sobre la superficie del suelo, este se separa de la raíz por medio del cuello o zona de diferenciación, este se forma a partir de la yema

embrionaria del epicótic y siempre crece con geotropismo negativo y fototropismo positivo, de la cual hay tallos que presentan espinas o no presentan de las cuales son proyecciones epidérmicas de varias células que son modificaciones de las hojas completas (**Toscano et al., 2020**).

- **Tipos de rama:**

Ramas látigo: son delgadas, tienen hojas pequeñas que van creciendo horizontalmente, buscan el suelo y tienden a enterrarse, algunas con productivas. Ramas vegetativas: estas ramas son gruesas, con muchas espinas o sin espinas, con las hojas terminales cerradas, por lo general no son productivas por lo que deben realizar la poda para poder estimular la producción de nuevas ramas productivas (**Arias et al., 2020**).

Ramas productivas: son ramas más gruesas que los látigos, pero más delgadas que las ramas vegetativas o machos, su crecimiento es vertical y las hojas terminales se disponen abiertas, lo más aconsejable es que despunten a una altura de 1.5 m si no han emitido flores, para poder estimular la producción de nuevas ramas flores (**Patño et al., 2019**).

Hojas: Consiste en una lámina o limbo amplio con un peciolo de variado tamaño y con nervaduras reticuladas, tiene sus hojas de tipo compuesto ya que son hojas de lámina dividida, ya que la lámina se divide en folíolos, dichos folíolos que se originan del raquis que es la continuación del peciolo y no tiene yemas en cada folíolo, sino en cada base de la hoja compuesta, se manifiesta que por el ápice de las hojas son apiculadas, por la base es del tipo trunca, por la lámina de clasifican en ovada, por su nervadura de la hojas que se clasifican en pinnatinervias, es una hoja compuesta imparipinada y peltada (**Samaniego et al., 2020**).

Flores: Sus flores son Hermafroditas y actinomorfas, de las cuales son blancas de 2 a 2.5 centímetros de diámetro, cáliz con cinco sépalos verdes, su corola con 5 pétalos blancos, rojos o lila, caedizos, periantio inserto en un receptáculo, con estambres en su base y carpelos de 1 a 150 y ovario supero mediante (**Cañaviri, 2007**).

Se forma a partir de una yema floral, de la cual tiene un crecimiento terminal o apical limitado, debido a que el meristemo apical deja de crecer y sus células se especializan formando varios ciclos florales, la mora posee una flor completa, bisexual o perfecta, posee simetría floral del tipo radial, formada por cinco sépalos con cinco pétalos, corona rosácea y con un infinito número de estambres homodinámicos (**Basantes, 2015**).

Frutos: El fruto se desarrolla después de la fecundación, esto se realiza en el ovario transformado y maduro de la flor que en su interior aloja las semillas, el fruto se puede componer en dos partes, el pericarpio y las semillas, el pericarpio se va formando a partir de

la pared del ovario después de la fecundación de la flor tiene una función de proteger a las semillas hasta cuando estas maduren y sean liberadas del fruto, el mismo posee tres capas que son epicarpio, mesocarpio y endocarpio (**Guerron, 2014**).

Semilla: Son pequeñas, con porcentaje de germinación muy bajo por su infertilidad, por la cual no es aconsejable este método para su multiplicación de plantas (**Brunoni et al., 2022**).

- **Requerimiento del cultivo**

Los suelos deben obtener un buen drenaje y buena humedad, se aconsejan los suelos de textura franco -arcillosos, franca y franco- arenosos, el suelo es de un 5% o más de materia orgánica, en zonas de suscripción pluviosidad se prefieren suelos con un 5 - 25 %, en zonas de menor pluviosidad, se cultiva en suelos planos o de ocaso comprensible. (0 - 5%), la profundidad efectiva puede ser 1 m o más. La acidez perfecta es 5.7, este pH puede modificar entre 5.5 y 6.5., se desarrolla una altura que oscile entre 1000 y 3600 m.s.n.m., las mejores producciones se obtienen entre 1800 y 2500 m.s.n.m., y a una temperatura de 12 a 18 ° C. Los requerimientos hídricos del cultivo fluctúan entre 1000 y 2500 mm anuales (**Razvi et al., 2011**).

Agroecología: Se halla desde altitudes que abarcan desde los 1200 hasta los 3500 m.s.n.m. Para un óptimo desarrollo la mora se debe cultivar entre los 1.800 y 2.000 m.s.n.m. Clima frío moderado con temperaturas que varíen entre 12 y 21 °C., humedad relativa del 80 al 90%, alto brillo solar y precipitación anual de 1.500 y 2.500 mm bien distribuidas. La mora es susceptible a las heladas por ello se debe conocer muy bien el microclima de la zona donde se desee implementar un cultivo (**Hartmann & Kester, 1998**).

Clima: La Mora de Castilla crece y su mejor desarrollo es en las zonas templadas subtropicales, cuya temperatura oscila entre los 12 a 16°C, en altitudes comprendidas que están entre los 1.200 hasta los 3.600 m.s.n.m., la humedad relativa favorece el crecimiento de la mora esta entre los 70 y 80%, la precipitación puede fluctuar entre los 1.500 y 2.000 anuales (**Rodríguez et al., 2011**).

Riego: La disponibilidad de agua debe ser suficiente, en los casos de insuficiencia de agua, los frutos que se producen son de mala calidad, no crecen, no tiene color y poca dulzura (**Cañaviri, 2007**).

Suelos: El mejor desarrollo para la mora es eficientemente en los suelos francos, sueltos, fértiles, profundos y ricos en materia orgánica que se encuentran entre 3-5%, con una buena capacidad de retención de agua y con una correcta infiltración, estos por lo general son planos, o ligeramente inclinados, ondulados o en laderas (**López et al., 2019**).

- **Métodos de propagación:**

Acodo de punta: Lo primero que se realiza es seleccionar una rama mecho que sea “juete”(rama delgada y débil), podría ser un tallo que sea de la base de la planta, tierno, vigoroso, con hojas terminales juntas y cuyo diámetro sea mayor al de un lápiz, la longitud de la rama, debe ser suficiente para que se pueda arquearla, el proceso es enterrar su extremo, de 5 a 7 centímetros, dentro de una bolsa con tierra y con una buena humedad que tenga una capacidad de una libra, después de 30 o 40 días, al transcurrir esos días las raíces ya deberían haber aparecido por lo general aparecen entre dos a tres pares de hojas pequeñas en el acodo, es recomendable en ese momento ya cortar la nueva planta entre 30 a 5° centímetros desde la parte inferior de la planta, dependiendo de la distancia a la cual se desee plantar **(Robayo, 2013)**.

Acodo serpenteado o rastro: Se selecciona la rama con el mismo criterio de acodo de punta, esta rama debe tener una longitud de 1,5 a 2,5 metros, se la coloca en la superficie del terreno sin necesidad de desprenderla de la planta madre, lo entierran en algunos tramos y se sostiene con estacas, se les tapa con tierra para facilitar el crecimiento de las raíces, después de 30 a 40 días estos acodos se van separando de la planta madre y se mantienen por 15 a 30 días, para que se encuentren listos para el trasplante, por este método se puede obtener dentro de tres a cinco plantas por cada rama **(Camino, 2015)**.

Estacas: Se debe seleccionar cuidadosamente la planta madre, ya que esta será reproducida con las mismas características, por esta razón los tallos escogidos deben ser vigorosos y con suficiente reserva hasta que las estacas emitan sus raíces y puedan alimentarse, se recomienda que su diámetro debe ser superior al de un lápiz, debe tener por lo mínimo a tres yemas sanas en estado maduro, se debe cortar las ramas (primarias, secundarias y chupones o latigos)de 30 centímetros de largo, con un corte diagonal en la parte superior y uno recto en la parte basal, se recomienda desinfectar y sumergir en la base con la hormona enraizadora, secado y posteriormente enfundado, utilizando un sustrato de tierra y materia orgánica desinfectada **(Cevallos, 2020)**.

En algunas investigaciones la propagación “*in vitro*” es a partir de meristemas, lo que garantiza la obtención de plantas libres de algunas enfermedades vasculares, ya existen cultivos establecidos con estas plantas y los resultados en rendimiento y calidad de fruta son muy favorecedoras **(Naranjo et al., 2018)**.

- **Propagación asexual**

Generalidades de la propagación asexual: La propagación asexual es posible a través de cualquier parte de la planta ya sea raíz, hojas o tallos, que se separan de la planta madre y en condiciones favorables que emiten raíces y brotes, al tener esta capacidad para regenerar la estructura completa de la planta, es una capacidad que posee esencialmente todas las células vegetativas vivientes, esto depende de dos características fundamentales de las células vegetativas, la primera es que cada célula contiene la información genética necesaria para reconstruir todas las partes de la planta y sus funciones, la segunda es la diferenciación, o sea la capacidad de células maduras de volver a una condición meristemática y desarrollar un punto de crecimiento nuevo (Tito, 2011).

- **Propagación por estacas**

Consiste en el corte de una parte del tallo, raíz u hoja, de la cual esa parte se coloca en ciertas condiciones ambientales favorables y se induce a que desarrolle raíces y tallo, obteniendo una planta nueva, independiente, de la cual la mayoría de los casos es idéntica a la planta madre (Martínez et al., 2013).

Este método es demasiado usado y es favorecedor para la propagación de algunas especies frutales en forma directa o en patrones, a cada pedazo de materia vegetativa se le llama estaca, siendo esto de diferentes características tanto por su tamaño, por su estado fisiológico, por su edad, por su parte de origen, este estado aprovecha la facultad de emitir raíces adventicias en distinto tipo de material fraccionado de la planta madre, los cuales llegan a formar el sistema radical de la nueva planta (Galarza et al., 2016).

La presencia de sustancias de reserva y de hormonas en las estacas favorecen en el desarrollo de los brotes y raíces (Germán et al., 2016).

- **Tipos de estacas**

La propagación por estacas, se obtiene de segmentos de algunas ramas que deben tener yemas terminales o laterales, con el objetivo de que en las condiciones apropiadas desarrollarán raíces adventicias y se obtendrán plantas independientes, de acuerdo a la consistencia y la edad del vegetal, de las cuales existen tres tipos de estacas (Garrido, 2009).

Estaca apical: es la parte más joven de la planta, donde los meristemas están activos y se presentan varios nudos a lo largo del tallo, la mayoría enraízan muy fácilmente y rápida a diferencia de otros tipos, deben ser enraizadas en condiciones que impidan pérdidas de agua,

estas condiciones responden bien a los tratamientos con productos que estimulan en el enraizamiento (Olán, 2020).

Este tipo de estacas en plena actividad fisiológica realiza forzosamente una transpiración, si no hay saturación atmosférica de humedad, el medio de enraíce debe estar provisto de muy alta humedad ambiental, de las cuales evite la pérdida de agua del interior de las estacas hasta en tanto estas no hayan realizado la emisión de las raíces y su funcionamiento pueda compensar las pérdidas, ya que si el balance hídrico es menor y las raíces no se forman con la suficiente rapidez las estacas pueden morir y oxidarse (Germán et al., 2016).

Estaca media: estas provienen de la parte media de las plantas donde se ha secado la elongación de los tallos y su consistencia que es semi-madura (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2013).

Es necesario que las estacas se vayan enraizado en condiciones que mantengan la humedad correcta, ya que esto resulta beneficioso para los tratamientos con reguladores de crecimiento (Martínez et al., 2013).

Estaca basal: mediante algunas investigaciones se ha comprobado que no todas las partes vegetativas de una planta puede ofrecer las mismas facilidades de enraizamiento, ya que hay diferencias en algunos procesos que se asocian con el carbono nitrógeno de la materia, al tener esta determinación se observa que va a tener abundante enraizamiento en las estacas ya que esta relación es alta, es decir que tiene un elevado porcentaje de hidratos de carbono (Burgos, 2012).

Las estacas maduras y de partes bajas de las ramas tendrán mayor oportunidad de prendimiento o enraizamiento, que otras estacas de la misma edad, ya que estas poseen menor cantidad de carbohidratos (Martínez et al., 2013).

Cuando la plata está madura o adulta, por lo general la brotación de esta va ser más lenta ya que la fase que va a tener mejor prendimiento es la juvenil, las estacas deben ser enraizadas con buena húmedas y que no tengan un secamiento excesivo, ya que esto perjudicará y será lenta su enraizamiento (Naranjo et al., 2018).

- **Callo**

Al obtener una estaca en condiciones ambientales favorables para el enraizamiento, va desarrollando cierta cantidad de callo en la parte baja, ya que el callo es una masa irregular de células de parénquima en varias formas de lignifican (Caguana, 2013).

El callo tiene células jóvenes que se encuentran en la parte basal de la estaca en la región del cambium vascular, pero también pueden algunas contribuir en las células como la corteza y de la médula, por lo general las primeras raicillas aparecen a través del callo, que da origen a la creación del callo ya que es esencial para el enraizamiento de las estacas o la parte vegetativa de la planta **(Cevallos, 2020)**.

En la mayoría de las plantas, la formación de raíces y del callo es independientemente, pero cuando ocurre simultáneamente es debido a sus condiciones internas y ambientales similares, ya que el proceso subsecuente de cicatrización y la regeneración de presentan en tres principales pasos: **(Remigio, 2015)**.

Primer proceso: Cuando mueren las células externas seleccionadas, están van formando una placa necrótica que va sellando la herida con un material suberoso y que tapa el xilema con goma, ya que esta placa protege la superficie cortada de la desecación **(Caguana, 2013)**.

Segundo proceso: Al transcurso de algunos días, las células que están detrás de esa placa empiezan a dividirse y se puede formar una capa de células de parénquima (callo) **(Salguero, 2018)**.

Tercer proceso: Las células cercanas al cambium vascular y el floema empiezan a enraizar en forma adventicias, ya que en lo general el origen y el desarrollo de las raíces adventicias se van efectuando alado del cilindro vascular y justamente fuera del núcleo central del tejido vascular **(Razvi et al., 2011)**.

En forma que van saliendo las raíces adventicias han formado una cofia y los tejidos usuales de la raíz, así como las conexiones vasculares completas con el origen del tallo **(Olán, 2020)**.

- **Formación de raíces adventicias**

Las raíces adventicias se van formando en el origen del tallo cerca del cilindro vascular, que está afuera del cambium **(Burgos, 2012)**.

Las raíces preformadas son desarrolladas naturalmente en los tallos o ramas cuando todavía están adheridas a la planta madre, pero estas si no tienen un corte no van a desarrollar o emerger raíces **(Cioć et al., 2022)**.

Las raíces que se desarrollan después de una lesión son porque se ha formado en estaca, ya que es una respuesta que a ocasiona la lesión, al transcurrir y formarse la estaca, las células vivientes que están en la superficie cortada o lesionada, quedando expuestas las células muertas y conductoras del xilema **(Brunoni et al., 2022)**.

- **Estructura del tallo y enraizamiento**

En el desarrollo de un anillo de esclerénquima continuo entre el floema y la corteza, al exterior del punto de origen de las raíces adventicias y el cual a menudo está asociado con la maduración, posiblemente constituye una barrera anatómica para el enraizamiento, aunque en algunos casos el tejido lignificado en el tallo puede actuar como una barrera mecánica para las raíces (Naranjo et al., 2018).

Las estacas maduras proporcionan raíces más largas por su gran contenido de reservas, a más de esto la mezcla de tierra más arena ayuda a una buena humedad y que tenga una buena estimulación de raíces más largas (Salguero, 2018).

- **Polaridad**

Las estacas de tallo forman brotes en el extremo distal y raíces en el extremo proximal, que van cambiando las posiciones de las estacas respecto a la gravedad para que no se altera, la polaridad de los tejidos de los tallos está fuertemente polarizados, dado que sin importar que tan pequeña fuera la muestra (Brunoni et al., 2022).

Cuando un trozo de raíz se corta en dos segmentos, las dos superficies de la estaca son similares, sin embargo, cuando se regenera las raíces y tallos, ya que una superficie produce raíz y el otro tallo (Galarza et al., 2016).

- **Función de las yemas en el enraizamiento**

Es necesario que por cada estaca este una yema, ya que sin yemas no se podrá formar las raíces aunque se trate con una preparación rica en axinas, para la formación de raíces se necesita un factor diferente a la axina, que es producida por las yemas, para que se puedan desarrollar las raíces después de tres a cuatro días es esencial la presencia del ápice o de una yema lateral en crecimiento activo, ya que después de este tiempo se puede remover las yemas sin que interfiere con la formación subsecuente de las raíces (Razvi et al., 2011).

- **Multiplicación *in vitro***

Estos sistemas de propagación garantizan una mayor uniformidad del cultivo y permiten llevar al campo clon seleccionado de los mejores materiales. La mayoría de cultivos establecidos que utilizan propagación asexual por acodos, estacas y por yemas pueden presentar problemas fitosanitarios, debidos a contaminación por enfermedades fungosas, bacterianas y virales. Es importante al iniciar un cultivo garantizar el uso de semilla limpia, libre de patógenos y enfermedades (Remigio, 2015).

Ventajas de la propagación por estacas:

La propagación de plantas pueden ofrecer algunas ventajas sobre otras, aunque de la misma forma inconvenientes, ya que la elección del sistema a seguir dependerá siempre del análisis, por lo que se tomará en cuenta la facilidad que la especie en cuestión ofrece a los distintos procesos de propagación **(Olán, 2020)**.

- Simplicidad de propagación.
- La obtención de algunos materiales a partir de una sola planta madre.
- Tiene una gran rapidez de propagación.
- Absoluta homogeneidad de todos los materiales obtenidos.
- Perfecta conservación de las características clonales.
- Necesitan poco espacio.
- Ausencia de problemas de incompatibilidad entre dos partes vegetativas.
- Muy bajo costo.

Las ventajas se van agrandando cuando la especie que se vaya a propagar posee características mucho más fáciles de enraizar **(Remigio, 2015)**.

Desventajas de la propagación por estacas:

Las desventajas de la propagación por estacas son **(Galarza et al., 2016)**:

- Imposibilidad de una resistencia de la raíz a condiciones desfavorables.
- Imposibilidad de lograr enraizar y precocidad.
- Reducido porcentaje de prendimiento o enraizamiento en algunas especies y variedades.

Auxinas: La palabra auxina significa en griego “crecer” ya que conforma al grupo de los compuestos que estimulan la elongación celular, las auxinas conforman al grupo de hormonas vegetativas, que vienen hacer sustancias naturales que regulan muchos aspectos del desarrollo vegetal **(Brunoni et al., 2022)**.

Estas auxinas intervienen en la actividad de la planta como el crecimiento del tallo, la formación de raíces, la inhibición de las yemas laterales, la abscisión de hojas y de frutos y en la actividad del cambium, al obtener la formación de las raíces, las auxinas naturales o artificiales son un requerimiento y se ha demostrado que la división de las primeras células depende de las auxinas, en algunos estudios de a encontrado que la formación y el desarrollo de las raíces se efectúan en dos periodos, en la iniciación para formar meristemas de la raíz y un periodo de elongación y crecimiento de la raíz **(Cioć et al., 2022)**.

Auxinas IAA: Las auxinas son un grupo de fitohormonas que funcionan como reguladoras del crecimiento vegetal. Esencialmente provocan la elongación de las células. Se sintetizan en las regiones meristemática del ápice de los tallos y se desplazan desde allí hacia otras zonas de la planta, principalmente hacia la base, van estableciéndose así un gradiente de concentración. Este movimiento se realiza a través del parénquima que rodea a los haces vasculares (Martínez et al., 2013).

La síntesis de auxinas se ha identificado en diversos organismos como plantas superiores, hongos, bacterias y algas, y casi siempre están relacionadas con etapas de intenso crecimiento (Naranjo et al., 2018).

La presencia e importancia de las hormonas vegetales se estableció por los estudios de las auxinas; sobre ellas hay una amplia y profunda información científica (mucho más de lo que hay de otras hormonas), lo que ha permitido conocer con más precisión cómo funcionan las hormonas en las plantas. Junto con las giberelinas y las cito cininas, las auxinas regulan múltiples procesos fisiológicos en las plantas, aunque no son los únicos compuestos con esa capacidad su representante más abundante en la naturaleza es el ácido indol acético (IAA), derivado del aminoácido triptófano (Brunoni et al., 2022).

Síntesis de auxinas: El precursor de la forma activa de auxina, el ácido indolacético (IAA) proviene del aminoácido L-triptófano; el grupo indol permanece constante, pero para alcanzar la forma de ácido indol-acético debe sufrir una descarboxilación y una desanimación. Esto puede ocurrir por dos vías (Naranjo et al., 2018).

Tipos de auxinas: Son varias las auxinas que existen en el tejido vegetal, siendo el ácido indolacético (AIA) la más relevante en cuanto a cantidad y actividad. Otros como el ácido indolacetamida están presentes en menor cantidad y tienen poca actividad en relación al AIA. Las auxinas pueden estar libres o bien “unidas” a azúcares, esterres, amidas; las moléculas unidas a otro compuesto no son activas, pero pueden serlo si se “liberan” (Cioć et al., 2022).

Curva óptima: En algunos ensayos que se puede medir la elongación, el tejido crece a medida que lo hace la concentración de axina hasta un cierto valor máximo, en este punto hay una inflexión y al aumentar la concentración, la elongación disminuye (Naranjo et al., 2018).

Transporte de las auxinas: Una hormona se caracteriza por moverse en los organismos vegetales desde un punto de síntesis hasta su lugar de acción, está claro que existe un movimiento de las auxinas a través del organismo, este desplazamiento de un lugar a otro se

denomina transporte de la auxina, aunque los mecanismos que participan en esta transportación no sean totalmente conocidos (**Brunoni et al., 2022**).

Agrodel: La hormona agrodel que está conformada por Ácido Giberélico + ácido indol-3-butírico (AIB) + ácido 1-naftalenacético (ANA) obtiene una buena acogida en la propagación por estacas ya que sus resultados pasan del 75% de enraizamiento, se puede observar sus primeras raíces inmediatamente durando el enraizamiento 60 días, tiene una tasa alta de sobrevivencia (**Langé, 2014**).

Mecanismo de acción: Cuando el tejido le suministramos auxina algunas respuestas se observan en periodos de tiempo que pudiéramos denominar cortos, inferiores a 15 minutos y, para poder observar otros, hay que dejar que transcurran periodos de tiempo más largo, se suponían que las primeras ocurrían antes de que fuera posible una activación genética primaria por efecto de la auxina, en los segundos cabía la activación genética, sin embargo (**Naranjo et al., 2018**).

Sustrato: El sustrato es un material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, minerales u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, ya que esta desempeña hacer el papel de soporte para la planta (**Martínez et al., 2013**).

En algunos estudios el sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (**Cioé et al., 2022**).

Características del sustrato ideal: Un sustrato ideal para ser utilizado como un medio de enraizamiento debe proveer los nutrientes y cantidades necesarias en las fases posteriores a la rizogénesis para sostener un crecimiento adecuado del material vegetativo (**Naranjo et al., 2018**).

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc. Para obtener buenos y excelentes resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo: (**Germán et al., 2016**).

Propiedades físicas

- Elevada capacidad de retención y almacenamiento de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.

- Baja densidad aparente.
- Elevada porosidad.
- Estructura muy estable, que impida la contracción o hinchazón del medio.

Propiedades químicas

- Bajo o apreciable capacidad de intercambio catiónico.
- Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- Baja salinidad.
- Elevada capacidad de tampón y facultad de mantener constante el pH.
- Mínima velocidad de descomposición.

Clasificación según sus propiedades

- Sustratos químicamente inertes.

Arena granítica o silíceas, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc (Naranjo et al., 2018).

- Sustratos químicamente activos.

Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc (Germán et al., 2016).

- Sustratos humus.

El humus aporta características químicas, físicas y biológicas a las mezclas de sustratos para plantines (Olán, 2020).

- Sustratos tierra negra de paramo.

La tierra de páramo deriva de la descomposición, ocurrida en los siglos, sobre un sustrato arenoso de *Calluna vulgaris*, *Brezo gracilis* y *Molina cerúleo*. Es de color gris, blanda al tacto y con un pH entre 4,5-6. Tiene un mediocre contenido de sustancia orgánica pero una elevada capacidad de retener el agua (Martínez et al., 2013).

- Sustrato ponina o cascajo

La piedra pómez es una roca volcánica formada por silicato de aluminio con pequeñas cantidades de sodio, potasio y huellas de calcio, magnesio y hierro. Se trata de material que normalmente no es esterilizado porque no es sometido a ningún manejo. Tiene un color gris blanco, es porosa y muy ligero. Se usa para mejorar el drenaje (Brunoni et al., 2022).

Problemas que se pueden presentar en la multiplicación de la Mora de Castilla:

Uno de los problemas frecuentes es la oxidación de células dañadas por el corte (oxidación de fenoles). Este problema no se presenta en todas las especies, pero cuando ocurre es necesario utilizar soluciones antioxidantes como: (5-10 g/l); ácido cítrico, ácido ascórbico y carbón activado (Martínez et al., 2013).

- **Requerimiento de la Mora de Castilla**

Nitrógeno: Es el elemento que está directamente relacionado con crecimiento y desarrollo de las plantas y con su valor nutritivo, ya que tiene que ver con la formación de hojas y ramas; las plantas requieren del nitrógeno en grandes cantidades, debido a su importancia en muchos de los procesos vitales para la planta, ya que forma parte de compuestos esenciales para las células, tales como los aminoácidos y los ácidos nucleídos. La deficiencia de nitrógeno inhibe el crecimiento de la planta. El síntoma de deficiencia es el lento crecimiento, acompañado de amarillamiento (clorosis) progresivo de las hojas, llegando hasta la caída o muerte de las mismas (necrosis) (Naranjo et al., 2018). Los mayores requerimientos nutricionales de plantas de mora se relacionan con el nitrógeno (N) y el potasio (K). Sin embargo, elementos menores como Fe, Cu, Zn, Mn y B cumplen importantes funciones en la planta y su deficiencia afecta la producción y la calidad de la fruta (Tito, 2011).

Se recomienda fraccionar las aplicaciones anuales en cuatro o cinco dosis, para evitar la pérdida de fertilizante y posibles quemazones en la planta. Los elementos menores fundamentales para el cultivo son cobre, hierro, boro y manganeso. La aspersion con boro hay que hacerla por lo menos dos veces al año, el manganeso puede ser aplicado en forma de sulfato. Es recomendable aplicar el magnesio como sulfato o si se presentan problemas de acidez de suelos como cal dolomítica. Las aplicaciones de fertilizantes foliares son aconsejables para inducir floración y emisión de rebrotes (Brunoni et al., 2022).

Fósforo: Es un elemento importante para las plantas, ya que participa en la respiración y en la fotosíntesis, también es un elemento que actúa en el metabolismo de las plantas y aporta la energía necesaria para los procesos metabólicos en forma de ATP. Adicionalmente, hace parte de los ácidos nucleídos como el ADN y ARN. Este elemento forma parte activa en el proceso de enraizamiento y es considerado fundamental en el desarrollo de estructuras reproductivas (flores y frutos), su deficiencia reduce la calidad de la fruta. El síntoma de deficiencia es la coloración morada de hojas y tallos (Remigio, 2015).

El potasio: Tiene un papel muy importante debido a que es un regulador del potencial osmótico de las células de la planta, también activa enzimas involucradas en la respiración y en la fotosíntesis. El primer síntoma que se puede observar es una clorosis marginal, con el

desarrollo de una necrosis primaria en la zona interna de la hoja, los bordes y entre las nervaduras (**Germán et al., 2016**).

El calcio: Es un nutriente esencial de vital importancia en procesos como la división celular (mitosis), es constituyente fundamental para el normal funcionamiento de las membranas y paredes celulares. Además, es considerado un segundo mensajero para las diversas respuestas de la planta al medio ambiente y está relacionado con la acción de varias fitohormonas (**Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2013**).

El magnesio: Participa en la activación de las enzimas involucradas en los procesos de respiración, fotosíntesis y en la síntesis de ADN y ARN, también hace parte de la molécula de clorofila. La deficiencia de este nutriente se ve reflejada en una pérdida prematura de las hojas, por lo que es de vital importancia para las plantas (**Remigio, 2015**).

El boro: Está presente en los procesos de elongación celular, síntesis de ácidos nucleídos, respuestas hormonales y funciones de membrana. Los síntomas de la deficiencia en la planta dependen de la especie y la edad de la misma, una característica de la deficiencia de boro en las plantas es la necrosis de las hojas jóvenes y de los botones terminales y malformación y/o caída de flores y frutos. (**Garrido, 2009**).

- **Labores Culturales**

Siembra: Por la condición climática de la zona, la siembra se realizaba en cualquier época del año. La distancia de siembra utilizado puede variar de acuerdo a situación de terreno que puede ser de 2 x 2 metros; 2 x 3 (**Olán, 2020**).

Tutorado: Dependiendo de la región se utiliza dos sistemas: Tutorado por hilera y Espaldera de una sola T. Cualquiera de los dos sistemas son muy útiles a los que tendemos alambre de calibre 12 para sostener sus ramas (**Remigio, 2015**).

- **Podas**

Podas de formación: Se efectúa a los tres meses de la siembra, dejando generalmente dos ramas por planta (**Naranjo et al., 2018**).

Poda sanitaria o de mantenimiento: Se realizaba, por lo general, cada mes y medio, pues entre más tiempo transcurre, requerirá más mano de obra; utilizando ocho jornales por hectárea (**Razvi et al., 2011**).

Principales problemas sanitarios: Los principales problemas sanitarios que se presentaban en la zona, en orden de priorización de los productores fueron: Antracnosis y Botrytis, trips, nematodos, mildéu veloso, mildéu polvoso, araña roja, ácidos, Fusarium y chizas. El manejo

que los productores daban a algunos de estos problemas se relaciona en la Tabla 1. Para ello, se utilizaban dos jornales por hectárea, y se efectuaba mensualmente (Caguana, 2013).

- **Hipótesis**

Hipótesis alternativa

La hormona Agrodel influye en la propagación asexual por estacas en Mora de Castilla.

Hipótesis nula

La hormona Agrodel no influye en la propagación asexual por estacas en Mora de Catillo.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos generales

Determinar el efecto de la hormona Agrodel en la propagación asexual para el enraizamiento de Mora de Castilla.

1.2.2. Objetivo específico

- Determinar la mejor accesión de Mora de Castilla para la propagación asexual.
- Evaluar el tiempo de inmersión más efectivo para el enraizamiento de Mora de Castilla.
- Identificar que material vegetal (rama primaria, rama secundaria, chupón) presenta un mejor enraizamiento con el producto Agrodel.

Mediante la investigación se determinó que el efecto del producto Agrodel mediante su composición (ácido giberélico 630 ppm, zeatina 210 ppm, ácido indol-3-butírico (IBA) 200 ppm, ácido 1-naftalenacético (ANA) 236 ppm), estimula la producción de raíces, brotación de yemas y crecimiento vegetativo siendo eficaz en la propagación asexual mediante el empleo del material vegetal.

De igual manera las mejores características como; tamaño, volumen, viabilidad de las yemas y vigorosidad el porcentaje de enraizamiento y desarrollo vegetativo presento los tratamientos: A1E1I1 (mora de castilla con espina + rama primaria + inmersión de la hormona en 15 minutos) y A1E2I2 (mora de castilla con espina + rama secundaria + inmersión de la hormona en 30 minutos).

Al evaluar el tiempo de inmersión en todos los tratamientos se determinó que el tratamiento de inmersión de 15 minutos mostro mayor porcentaje de raíces en comparación con el resto de tiempos analizados y se concluyó que mayor tiempo de inmersión se reduce gradualmente la cantidad de raíces presentes en cada uno de los tratamientos.

Por otro lado, el material vegetal que presento mayor porcentaje de enraizamiento al emplear el producto Agrodel fueron; A1E1I1 (mora de castilla con espina + rama primaria + inmersión de la hormona en 15 minutos) y A1E2I2 (mora de castilla con espina + rama secundaria + inmersión de la hormona en 30 minutos) por las características de viabilidad que presentaron.

CATÍTULO II

MÉTODOLOGÍA

2.1. Ubicación del experimento

El estudio se realizó en la Granja Agroecológica de Pillaro en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria “INIAP” ubicada en el cantón Pillaro, Provincia de Tungurahua; a 20 Km al norte del cantón Ambato, con una altitud de 2779 m.s.n.m. Las coordenadas geográficas son: 01° 10' 33,6" de latitud sur y 78° 33' 32,6" de longitud oeste (sistema de posicionamiento global GPS).

2.2. Características del lugar

2.2.1. Clima

El INAMHI (2015), señala que el lugar donde se realizó el ensayo presenta una temperatura que fluctúa entre los 7 y 18°C, humedad relativa 78%, precipitación 740 mm anuales.

2.2.2. Descripción del recurso agua

La fuente de agua utilizada es la del canal de riego Pillaro, la cual está a disponibilidad en horario quincenal por un lapso de 12 horas y con un caudal de 10 litros por segundo **Arias et al., (2020)**.

2.2.3. Descripción del recurso suelo

Según el mapa general de los Suelos del Ecuador (1986), el suelo del sector pertenece al Orden Mollisol, son suelos profundos ricos en carbono orgánico (Epipedon mollico), de alta fertilidad, con una textura franco-limosa de un pH de 5,5 a 6,5 (**Martínez, Etal**).

2.3. Equipos y Materiales

2.3.1. Equipos

- Bomba de Mochila de 20 Lt de capacidad.

2.3.2. Materiales

- Ramas primarias, Ramas secundarias y chupones de mora de castilla (*Rubus glaucus* B.).
- Vasos 16oz.
- Agua.
- Baldes.
- Guantes.
- Agrodol Hormonas.
- Etiquetas.

- Marcador permanente.
- Sustrato TS1.
- Tijeras de podar.
- Cubierta plástica.
- Alcohol etílico 70%.
- Antioxidante.

2.4. Factores de estudio

2.4.1. Acciones de Mora de Castilla

- C54 (Material promisorio sin espinas) (A1)
- 154 (Material promisorio con espinas) (A2)

2.4.2. Material de propagación F1

- Rama primaria (E1)
- Rama secundaria (E2)
- Chupones (E3)

2.4.3. Total de plantas

Total de plantas por tratamiento = 9

Total de plantas en el ensayo = 648

2.4.4. Tiempos de inmersión

- 15 min (I1)
- 30 min (I2)
- 45 min (I3)
- 60 min (I4)

2.5. Tratamientos

Los tratamientos resultan de la combinación de los factores en estudio y se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Tratamientos**2.6. Diseño experimental**

Nº	Tratamientos	Especie	Factor Agrodol
1	A1E1I1	Mora sin espina - Rama primaria - 15 minutos	
2	A1E1I2	Mora sin espina - Rama primaria - 30 minutos	
3	A1E1I3	Mora sin espina - Rama primaria - 45 minutos	
4	A1E1I4	Mora sin espina - Rama primaria - 60 minutos	
5	A1E2I1	Mora sin espina - Rama secundaria - 15 minutos	
6	A1E2I2	Mora sin espina - Rama secundaria - 30 minutos	
7	A1E2I3	Mora sin espina - Rama secundaria - 45 minutos	
8	A1E2I4	Mora sin espina - Rama secundaria - 60 minutos	
9	A1E3I1	Mora sin espina - Rama chupón - 15 minutos	
10	A1E3I2	Mora sin espina - Rama chupón - 30 minutos	
11	A1E3I3	Mora sin espina - Rama chupón - 45 minutos	
12	A1E3I4	Mora sin espina - Rama chupón - 60 minutos	
13	A2E1I1	Mora con espina - Rama primaria - 15 minutos	
14	A2E1I2	Mora con espina - Rama primaria - 30 minutos	
15	A2E1I3	Mora con espina - Rama primaria - 45 minutos	
16	A2E1I4	Mora con espina - Rama primaria - 60 minutos	
17	A2E2I1	Mora con espina - Rama secundaria - 15 minutos	
18	A2E2I2	Mora con espina - Rama secundaria - 30 minutos	
19	A2E2I3	Mora con espina - Rama secundaria - 45 minutos	
20	A2E2I4	Mora con espina - Rama secundaria - 60 minutos	
21	A2E3I1	Mora con espina - Rama chupón - 15 minutos	
22	A2E3I2	Mora con espina - Rama chupón - 30 minutos	
23	A2E3I3	Mora con espina - Rama chupón - 45 minutos	
24	A2E3I4	Mora con espina - Rama chupón - 60 minutos	

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 3 x 4, con 3 repeticiones. Se efectuó el análisis de varianza (ADEVA) y se realizó pruebas de significación de Tukey al 5% con las variables que presentan los siguientes factores estadísticos.

2.6.1. Esquema de campo

R1	R2	R3
T3 A1E1I3	T23 A2E3I3	T24 A2E3I4
T10 A1E3I2	T11 A1E3I3	T11 A1E3I3
T21 A2E3I1	T3 A1E1I3	T22 A2E3I2
T18 A2E2I2	T22 A2E3I2	T3 A1E1I3
T12 A1E3I4	T1 A1E1I1	T1 A1E1I1
T23 A2E3I3	T16 A2E1I4	T7 A1E2I3
T19 A2E2I3	T12 A1E3I4	T23 A2E3I3
T14 A2E1I2	T2 A1E1I2	T16 A2E1I4
T5 A1E2I1	T20 A2E2I4	T18 A2E2I2
T13 A2E1I1	T19 A2E2I3	T5 A1E2I1
T4 A1E1I4	T9 A1E3I1	T6 A1E2I2
T6 A1E2I2	T24 A2E3I4	T20 A2E2I4
T16 A2E1I4	T8 A1E2I4	T15 A2E1I3
T24 A2E3I4	T14 A2E1I2	T12 A1E3I4
T20 A2E2I4	T7 A1E2I3	T9 A1E3I1
T9 A1E3I1	T21 A2E3I1	T17 A2E2I1
T22 A2E3I2	T13 A2E1I1	T14 A2E1I2
T11 A1E3I3	T5 A1E2I1	T19 A2E2I3
T8 A1E2I4	T15 A2E1I3	T2 A1E1I2
T17 A2E2I1	T17 A2E2I1	T10 A1E3I2

T15 A2E1I3	T4 A1E1I4	T13 A2E1I1
T7 A1E2I3	T10 A1E3I2	T4 A1E1I4
T1 A1E1I1	T18 A2E2I2	T21 A2E3I1
T2 A1E1I2	T6 A1E2I2	T8 A1E2I4

2.7. Manejo del experimento

2.7.1. Obtención del material vegetal para el enraizamiento

El material se obtuvo de plantas de Mora de Castilla ubicadas en el sector de Yanahurco, previo a la cosecha se desinfectaron las tijeras con alcohol para evitar cualquier contaminación del material vegetal, se utilizó guantes plásticos, las muestras fueron tomadas de acuerdo a las características deseadas de ramas en buen estado y que no presenten problemas fitosanitarios como bacterias, hongos e insectos (Langé, 2014).

En el proceso de preparación de las estacas tomamos en cuenta el largo de 30 cm o que presenten de 3 a 4 yemas viables además de su diámetro en un rango de 0.5 a 2 cm, realizamos un corte horizontal en la base de la estaca evitando dañar el material vegetal para tener mayor área de enraizamiento. Todas las estacas se colocaron en papel periódico húmedo cubriendo todas las ramas cosechadas para mantener la humedad evitando su deshidratación y mantener viable para colocar en el sustrato en vasos plásticos para trasportarles al lugar donde se realizó el ensayo.

2.8. Preparación del área del ensayo

Previamente se realizó una desinfección y limpieza total del área del invernadero, incluyendo mesas y materiales que se va a emplear, además se definió el espacio para realizar el ensayo. La desinfección se realizó con los siguientes ingredientes activos abamectina, petróleo a 0,25cc por litro de agua Galarza et al., (2016).

2.9. Preparación de las estacas

Una vez obtenido el material vegetal se procedió a cortar las ramas de 20 a 30 cm, tomando en cuenta en la base un corte recto y en el ápice un corte en bisel, posteriormente se procedió a desinfectar para lo cual se utilizó captan de 1 a 2 gramos por litro.

2.10. Sustrato

Se utilizó como sustrato la mezcla de las siguientes fuentes, 50% de sustrato TS1, 20% de pomina o cascajo fino, 20% de cascarilla de arroz y 10% de tierra negra, y con un pH de 5,

este sustrato debe presentar una buena aireación y drenaje para facilitar el desarrollo de las raíces y retención de humedad.

2.11. Llenado de los vasos plásticos

Se procedió a colocar el sustrato previamente humedecido en cada uno de los vasos donde posteriormente se colocó las estacas de cada uno de los tratamientos aplicados.

2.12. Aplicación de tratamientos

2.12.1. Hormonado de las estacas

Tras obtener las estacas previamente preparadas, se colocaron en baldes, con un volumen de agua de 10 litros en los cuales se añadió 12 ml de la hormona Agrodel tomando en cuenta la dosis de aplicación del producto según las especificaciones de la ficha técnica. Se colocará las estacas (rama primaria, rama secundaria y chupones) por un intervalo tiempo de 10, 30, 45 y 60 minutos respectivamente.

2.13. Riego

El riego se realizó constantemente con el fin de mantener la humedad del sustrato en capacidad de campo.

2.14. Controles fitosanitarios

Para prevenir enfermedades fitosanitarias como Dammping off o mal de semilleros, se realizó por un mes y medio aplicaciones, cada 8 días, de 1,25 g de captan y fosetil de aluminio en un litro de agua vía drench adicionalmente, a los 55 días se aplicó abamectina a una dosis de 0,25cc por litro de agua vía foliar con el fin de controlar la presencia de ácaros.

2.15. Variables respuestas

Luego de transcurrir los 90 días se procedió a la toma de datos de acuerdo a lo establecido:

2.15.1. Volumen de raíces (al final) por estaca prendida

Mediante el método volumétrico (Arquímedes) se colocaron las raíces de cada plántula de los tratamientos evaluados, obteniendo el valor por el desplazamiento del agua, finalmente el resultado se lo expresó en centímetros cúbicos (cm³).

2.15.2. Número de brotes nuevos por estaca prendida

Para el número de brotes nuevos se observó en un intervalo de tiempo de 15 y 90 días a partir del día que se colocó las estacas, donde se determinó el número de yemas brotadas en cada uno de los tratamientos.

2.15.3. Color de raíz (Blanco y Marrón) de las estacas prendidas con brotes y raíz

Para el color de raíz se realizó un análisis visual con la cual se identificaron el color de las raíces siendo Blanco o Marrón, frente al número total de estacas por cada unidad experimental en cada tratamiento.

2.15.4. Número de días al inicio de la brotación por estaca prendida

Esta variable se evaluó desde el día 1 hasta los 90 días a partir de la siembra de las estacas, donde se determinó el tiempo que tardaron en aparecer los primeros brotes en cada uno de los tratamientos realizados.

2.15.5. Porcentaje de enraizamiento por estacas prendidas

Para este valor se tomó en cuenta el número de plántulas enraizadas con un buen sistema radicular y follaje.

2.16. Procesamiento de la información

Los datos tomados se procesaron empleando el programa estadístico de INFOSTAT.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Volumen de raíces

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza de la variable volumen de raíces (anexo 7) se determinó que no existe diferencia significativa estadísticas en los tratamientos ($<0,0001$). El coeficiente de variación es de 16.10.

Con respecto a la variable de estudio volumen de raíces (Anexo 1), se determinó que no presento diferencia estadística, pero si diferencia matemática, encontrándose el tratamiento A2E2I3 (mora de castilla sin espina + rama secundaria + inmersión en la hormona 45 minutos) y A1E1I1 (mora de castilla con espina + rama primaria + inmersión en la hormona 15 minutos) con un promedio de 0.91 cm^3 . Y en el último rango el tratamiento A2E3I4 (mora de castilla sin espina + chupón (látigo) + inmersión en la hormona 60 minutos), A2E3I2 (mora de castilla sin espina + chupón (látigo) + inmersión en la hormona 30 minutos), A2E3I1 (mora de castilla sin espina + chupón (látigo) + inmersión en la hormona 15 minutos), A2E3I3 (mora de castilla sin espina + chupón (látigo) + inmersión en la hormona 45 minutos), A1E3I3 (mora de castilla con espina + chupón (látigo) + inmersión en la hormona 45 minutos), A1E3I2 (mora de castilla con espina + chupón (látigo) + inmersión en la hormona 30 minutos), A2E2I4 (mora de castilla sin espina + rama secundaria + inmersión en la hormona 60 minutos) y A1E3I4 (mora de castilla con espina + chupón (látigo) + inmersión en la hormona 60 minutos) con un promedio de 0.00 cm^3 .

Los datos de la variable volumen de raíz no presentaron una diferencia significativa, así como mencionan **Toscano et al., (2020)**, que la mora de castilla alcanza un volumen de raíz adecuado pero no presentan diferencia estadística pero si matemática, ya que adquiere la capacidad de explorar horizontes edáficos más profundos en busca de agua y nutrientes por ende presenta mayor crecimiento de raíces, las cuales soportan, condiciones de sequía, lo que caracteriza la importancia en la brotación y desarrollo de yemas y plantas en general.

3.2. Número de brotes nuevos

Mediante el análisis de varianza de la variable de número brotes (anexo 8) efectuados a los diferentes días después de la plantación se puede evidenciar que existe diferencias estadísticas significativas de los tratamientos siendo su coeficiente de variación es de 27.77.

Al desarrollar la prueba de Tukey al 5%, con respecto a la variable número de brotes nuevos (tabla 2), se determinó dos rangos de significación, encontrándose el tratamiento A1E2I2 (mora de castilla con espina + rama secundaria + hormona Agrodel en 30 minutos) con un promedio de 3 brotes nuevos por estaca. Y en el último rango el tratamiento A2E3I4 (mora

de castilla sin espina + chupón (látigo) + inmersión en la hormona 60 minutos) con promedio de 0.50 brotes por estaca.

Tabla 2.

Prueba de Tukey al 5% para la variable número de brotes nuevos

Tratamientos	Promedio	Rango
A1E2I2	3	A
A1E2I3	2,33	A B
A1E1I2	2,17	A B
A2E2I3	1,67	A B
A1E1I3	1,67	A B
A1E2I1	1,67	A B
A1E1I1	1,44	A B
A1E1I4	1,33	A B
A2E1I2	1,33	A B
A1E2I4	1,33	A B
A2E1I4	1,33	A B
A2E2I2	1	A B
A2E1I1	0,67	A B
A1E3I1	0,33	A B
A2E1I3	0,33	A B
A2E2I1	0,33	A B
A1E3I2	0	B
A1E3I3	0	B
A1E3I4	0	B
A2E3I2	0	B
A2E3I3	0	B
A2E3I1	0	B
A2E2I4	0	B
A2E3I4	0	B

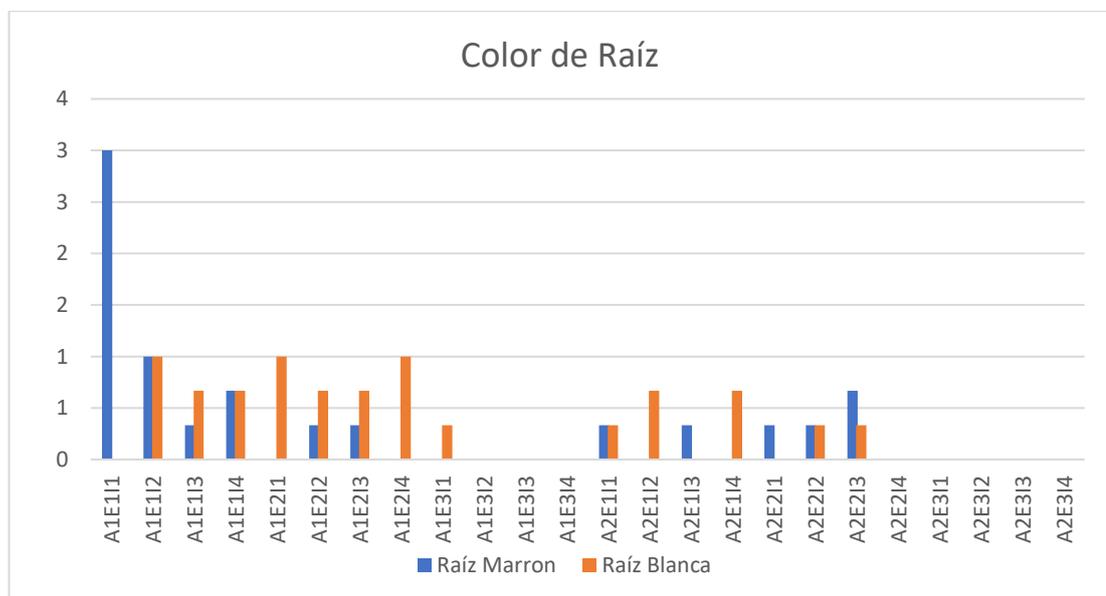
En el análisis de la investigación de los factores de estudio, se observó que el número de brotes nuevos por planta prendida da como mejor resultado el tratamiento A1E2I2 mora de castilla con espina + rama secundaria + inmersión en la hormona durante 30 minutos, con un promedio

de 3 brotes nuevos por estaca. Determinando que la elongación puede ocurrir por la influencia de las hormonas existentes en la formación natural de las yemas y por la aplicación excesiva del producto como es el ANA e IBA en la base de la estaca. Coincidiendo con la investigación realiza por **Remigio (2015)**, donde manifiesta que las auxinas (ANA e IBA) aplicadas de una manera adecuada siguiendo las instrucciones de la ficha técnica del producto dando como resultado la elongación de las células de los brotes en el cultivo de la mora de castilla.

3.3. Color de raíz (Blanco y Marrón)

Mediante la observación en campo se manifestaron solo dos colores Blanco y Marrón siendo el Marrón el color más destacado en la investigación teniendo un promedio de 3 raíces de este color, mientras que el promedio de raíces de color Blanco estuvieron en un rango de 1 a 0.33.

Figura 1. Color de raíz (Blanco o Marrón)



M=Marrón B= Blanco

De acuerdo al criterio establecido en el proyecto de investigación descrito por **Toscano et al., (2020)** determinan que el color de raíces en estado inicial varia su tonalidad la cual Blanco viene a ser que la estaca esta sana y bien tratada pero si es color Marrón la estaca está sufriendo un estrés hídrico demasiada agua, muy seco o cualquier incidencia que este en el sustrato, concordando con el autor debido a que el ensayo arrojó como resultados un promedio alto de color Marrón debido a sus altos contenido de agua.

3.4. Número de días al inicio de la brotación

Mediante el análisis de varianza de la variable de número de días al inicio de la brotación (anexo 11) efectuados a los diferentes días después de la plantación no existe diferencia estadística significativa de los tratamientos con el coeficiente de varianza que es 19.17.

Con respecto a la variable número de días a la brotación (Anexo 5), se determinó que no presenta diferencia estadística, pero si diferencia matemática, encontrándose el tratamiento A1E2I2 (mora de castilla con espina + ramas secundarias + inmersión en la hormona Agrodol en 30 minutos) con un promedio de 11 días. Y en el último rango el tratamiento A2E2I2 (mora de castilla sin espina + rama secundaria + inmersión en 30 minutos) promedio de 32.50 días.

En base al proyecto de la investigación realizado por **Cabrera, (2011)**, determino que no presenta una diferencia estadística pero si una diferencia matemática, que el número de días al inicio de la brotación presento un promedio de 75 días, dando como resultado un promedio de 12.5 días, donde mostro la capacidad presente en las estacas para captar la luz y de esta manera desarrollar el crecimiento vegetativo y su área foliar, siendo el área foliar uno de los factores fundamentales para reconocer el rendimiento que obtendrá el cultivo, la unidad de área sembrada, además del diámetro que alcanzara la planta en sus determinadas etapas de crecimiento, presentando resultados similares a los obtenidos en esta investigación los cuales mostraron que transcurrido los 11 días el tratamiento A1E2I2 (mora de castilla con espina + ramas secundarias + inmersión en la hormona Agrodol en 30 minutos) mostro el inicio de brotación y el desarrollo vegetativo de las estacas.

3.5. Porcentaje de enraizamiento

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza de porcentaje de enraizamiento (anexo 12) se determinó la existencia de diferencias estadísticas en los tratamientos ($<0,0001$). El coeficiente de variación es de 17,31.

Aplicada la prueba de Tukey al 5%, con respecto a la variable de porcentaje de enraizamiento (tabla 3), se determinó cuatro rangos de significación, encontrándose el tratamiento A1E1I1 (mora de castilla con espina + rama primaria + inmersión en la hormona en 15 minutos) con un promedio de 33,33%. Y en el último rango el tratamiento A2E3I4 (mora de castilla sin espina + chupón (látigo) + inmersión en la hormona 60 minutos), A1E3I2 (mora de castilla con espina + chupón (látigo) + inmersión en la hormona 30 minutos), A2E2I4 (mora de castilla sin espina + rama secundaria + inmersión en la hormona 60 minutos), A1E3I3 (mora de castilla con espina + chupón (látigo) + inmersión en la hormona 45 minutos), A2E3I1 (mora de castilla sin espina + chupón (látigo) + inmersión en la hormona 15 minutos), A2E3I3 (mora de castilla sin espina + chupón (látigo) + inmersión en la hormona 45 minutos), A2E3I2 (mora de castilla sin espina + chupón (látigo) + inmersión en la hormona 30 minutos) y A1E3I4 (mora de castilla con espina + chupón (látigo) + inmersión en la hormona 60 minutos) con promedio de 0%.

Tabla 3.*Prueba de Tukey 5% para la variable porcentaje de enraizamiento*

Tratamientos	Promedio (%)	Rango
A1E1I1	33,33	A
A1E1I2	22,22	B
A1E1I4	11,11	C
A1E1I3	11,11	C
A1E2I4	11,11	C
A2E2I3	11,11	C
A1E2I3	11,11	C
A1E2I1	11,11	C
A1E2I2	11,11	C
A2E1I1	7,41	C D
A2E1I2	7,41	C D
A2E2I2	7,41	C D
A2E1I4	7,41	C D
A1E3I1	3,7	C D
A2E2I1	3,7	C D
A2E1I3	3,7	C D
A2E3I4	0	D
A1E3I2	0	D
A2E2I4	0	D
A1E3I3	0	D
A2E3I1	0	D
A2E3I3	0	D
A2E3I2	0	D
A1E3I4	0	D

Es necesario recalcar que en la presente investigación se trabaja con estacas jóvenes obtenidas de la rama inferior de los arbustos correspondientes al tejido del último crecimiento, el experimento se llevó a cabo en un área con ambiente controlado y en cuanto a los tratamientos se destaca la presencia del Agrodel que contiene Ácido Giberélico + ácido indol-3-butírico (AIB) + ácido 1-naftalenacético (ANA). En el análisis de la investigación los factores en estudio para el porcentaje de enraizamiento de plantas prendidas, es A1E1I1 (mora de castilla

con espina + rama primaria + inmersión en la hormona en 15 minutos) con un promedio de 33,33%. Al observar estas variables, se determinó que la elongación no puede ocurrir solo por la influencia de la hormona, ya que la elongación de las raíces de las estacas no depende de la aplicación de las auxinas, sino de otros factores que influyen en las raíces, tales como el tipo de sustrato utilizado, el pH del agua entre otros, en el cultivo de la mora de Castilla. Ante esto **Diaz (1991)**, nos manifiesta que el tamaño del sistema radicular formado de enraizamiento, se puede conseguir mejor resultado de rendimiento en las estacas de mayor grosor y longitud; plantas enraízan fácilmente con estas dimensiones.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Al finalizar la investigación se concluyó lo siguiente:

- ✓ La hormona Agrodel con mayor efecto enraizante se presentó en el tratamiento A1E111 que están conformados por mora de castilla con espinas + rama primaria + inmersión en 15 minutos de la hormona; lo cual registro un 33,33% de enraizamiento, lo que nos permite inferir que esta hormona muestra la presencia de una posible actividad de auxinas que pueden llegar a sustituir a otros enraizantes comerciales permitiendo sustituir y siendo una alternativa más viable para la propagación por estacas en la mora de castilla con espina.
- ✓ La mora de castilla con y sin espina, su material vegetal los chupones (látigos) no se adaptó muy bien a la propagación vegetativa, ya que a los 90 días de establecida el experimento se registraron un porcentaje de enraizamiento de 0% en los tratamientos con la misma hormona Agrodel, convirtiéndose en un proceso difícil debido a que no se pudo eliminar la presencia de los fenoles que limitan la formación de las raíces en esta especie a pesar de a ver empleado la hormona la cual contiene Ácido Giberélico + ácido indol-3-butírico (AIB) + ácido 1-naftalenacético (ANA).
- ✓ Al comparar los resultados obtenidos en esta investigación y a pesar que se brindaron las mismas condiciones ambientales, sustrato, controles fitosanitarios y riego, el comportamiento de las estacas de mora de castilla con y sin espinas en el periodo de enraizamiento con la aplicación de la hormona Agrodel, superaron el comportamiento de las estacas de la cual el resultado fueron nulos.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda probar otras hormonas para propagar Mora de Castilla asexual con el fin de aumentar el porcentaje de enraizamiento obtenido en esta investigación y mejorar la calidad de las raíces.
- Mantener las estacas con una humedad relativamente óptima para que no se llegue a podrir o estresar.
- En futuras investigaciones se recomienda realizar ensayos en diferentes ecotipos de mora, donde los factores de estudio sean: edad de la planta, la época fenológica en la que se obtiene el material vegetal, humedad relativa, además se recomienda la investigación de la propagación de las estacas mediante en cultivo *in-vitro*.
- En cuanto a la Mora de Castilla se sugiere como factor en estudio probar distintas dosis del producto hormonas Agrodel en los distintos tratamientos.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Bibliografía

- Andrade, A., Gómez, L., Torres, Y., & Aguilera-Arango, G. (2021). Evaluation of growing media for the in vitro establishment, multiplication and rooting of blackberry (*Rubus glaucus* Benth.). *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences*, 37(2). <https://doi.org/10.29393/CHJAAS37-14EMAG40014>
- Arias, S. M., Álvarez, G. E. G., & Patiño, P. A. G. (2020). Diagrammatic scale for measuring severity of gray mould in thornless castilla blackberry (*Rubus glaucus* Benth). *Ciencia Rural*, 50(11). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190859>
- Basantes, A. (2015). Diagnóstico de la Producción y Comercialización del Cultivo de Mora de castilla en el Cantón Pangua Provincia de Cotopaxi. In *Universidad Técnica de Cotopaxi*.
- Brunoni, F., M^a Vielba, J., & Sánchez, C. (2022). Plant Growth Regulators in Tree Rooting. *Plants*, 11(6), 1–5. <https://doi.org/10.3390/plants11060805>
- Burgos, F. (2012). “EVALUACIÓN AGRO-POMOLOGICA DE 8 ACCESIONES CLONADAS, SELECCIONADAS DE MORA (*Rubus glaucus* Benth) EN YANAHURCO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”
- Cabrera, A. (2011). *No Title*.
- Caguana, L. (2013). “USO DE UNA FITOHORMONA Y TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth).”
- Camino, M. (2015). “Evaluación de dos fitohormonas en el cultivo de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) para incrementar su producción.” 80.
- Cañaviri, E. (2007). *UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES*.
- Castro, J. V., Vélez, J. P. A., Álvarez, G. E. G., & Hurtado, N. C. (2019). Preservation of the polyphenolic content and antioxidant properties of *Rubus glaucus* Benth. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 7(3). <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.7.3.27>
- Cevallos, L. (2020). MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*). *Tesis Previa a La Obtención Del Grado de Tecnólogo Agrícola. Universidad Agraria Del Ecuador.*, 60.

- Cioć, M., Dziurka, M., & Pawłowska, B. (2022). Changes in Endogenous Phytohormones of *Gerbera jamesonii* Axillary Shoots Multiplied under Different Light Emitting Diodes Light Quality. *Molecules*, 27(6). <https://doi.org/10.3390/molecules27061804>
- Diaz, E. (1991). *Técnicas de enraizado de estacas juveniles de Cedrela odorata L. y Gmerlina arborea Linn* (p. 111).
- Galarza, D., Garcés, S., Velásquez, J., Sánchez, V., & Zambrano, J. (2016). *El cultivo de la mora en el Ecuador* (Issue El cultivo de la mora en el Ecuador).
- Garrido, P. (2009). EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE LA MORA CULTIVADA (*Rubus glaucus* BENTH) Y ESPECIES EMPARENTADAS EN ZONAS PRODUCTIVAS DEL ECUADOR MEDIANTE MARCADORES MOLECULARES RAPDs, ISSRs Y AFLPs PREVIA. *Iniap*, 12, 10.
- Gaviria, V., Patiño, L. F., & Saldarriaga, A. (2013). Evaluación in vitro de fungicidas comerciales para el control de *Colletotrichum* spp ., en mora de castilla In vitro evaluation of commercial fungicides for control of *Colletotrichum* spp ., in blackberry. *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 14(1), 67–75.
- Germán, A., Rosendo, J., Aníbal, M., Mercy, V., Pablo, V., & Milton, H. (2016). *El cultivo de mora en el Ecuador Estacion Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Fruticultura*.
- González, J., & Gómez, R. (2009). *Tecnología para la producción de frutales de clima frío moderado*. 126 páginas, ilustraciones, datos numéricos.
- Guerron, A. E. E. (2014). *Evaluación de diferentes tipos de estacas al enraizamiento con la utilización con dos tipos de auxinas (ANA E IBA) con tres dosis para la producción de plantas de mora de castilla (Rubus glaucus Benth), Tumbaco-Quito*.
- Hartmann, E., & Kester, Q. (1998). Propagación de Plantas. In *Universidad Nacional de Educación* (p. 200).
- Langé, P. P. (2014). Efecto de auxinas en el enraizamiento de estaquillas de *Buxus Sempervirens* L. En distintas épocas del año. *Universidad Nacional Del Litoral*, 62.
- López, A., Marulanda, M., Gómez, L., & Barrera, C. (2019). *Rubus glaucus* Benth.: Morphology and floral biology aimed at plant breeding processes [Universidad Nacional de Colombia]. In *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* (Vol. 72, Issue 3). <https://doi.org/10.15446/rfnam.v72n1.75910>

- Mammea, D. E. M., En, L., & Cantón, E. L. (2015). *UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA*.
- Mariño, G., Coronel, M., González, C., & Beltrán, E. (2017). Uso de bentonita sódica como pretratamiento a la microfiltración tangencial de vino de mora de Castilla *Rubus glaucus* Benth. *Enfoque UTE*, 8(5), 53–66. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v8n5.180>
- Martínez, A., Vásquez, W., Viteri, P., Jácome, R., & Ayala, G. (2013). Ficha Técnica de la variedad de mora sin espinas (*Rubus glaucus* Benth) INIAP ANDIMORA. *Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias*, 1–14.
- Ministerio de agricultura y desarrollo rural. (2013). El cultivo de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) frutal de clima frío moderado, con propiedades curativas para la salud humana. *Boletín Mensual INSUMOS Y FACTORES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA*, 17, 64.
- Naranjo, P., Taco, C., & Lopez, O. (2018). Cadenas integrales productivas para producción de mora. *Ciencia Unemi*, 9(19), 21.
- Olán, G. (2020). “Elementos moleculares que determinan el desarrollo del fruto en especies de *Capsicum* .”
- Patiño, P., Andrea, G., Álvarez, G., Guerrero, E., & Valencia, L. (2019). A diagramatic scale to quantify severity of antracnose in *Rubus glaucus* Benth. *Ciencia Rural*, 49(4). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180770>
- Pérez, U., Ramírez, M., Núñez, V., Franco, M., & Roveda, G. (2012). *mora de castilla (Rubus glaucus , Benth) Introducción*. 17(2), 140–151.
- Razvi, S., Nautiyal, S., Bakshi, M., Bhat, J. A., & Pala, N. A. (2011). Influence of season and phytohormones on rooting behaviour of green bamboo by cuttings. *International Journal of Conservation Science*, 2(3), 199–206.
- Remigio, L. (2015). *USO DE AUXINAS A TRES TIEMPOS PARA ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE MORA DE CASTILLA SIN ESPINAS (Rubus glaucus Benth)*.
- Robayo, E. (2013). *Unidad De Estudios a Distancia Banano (Musa Spp .)*. UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO.
- Rodríguez, R., Mora, D., & Delgado, F. (2011). Efecto de diferentes tipos de propagación en el rendimiento de mora vino (*Rubus adenotrichus*). *Agronomía Mesoamericana*, 22(1), 91. <https://doi.org/10.15517/am.v22i1.8671>
- Salguero, M. (2018). *Efecto de diferentes tipos de sustratos y contenedores en el Desarrollo*

del cultivo de Mora (Rubus glaucus). 9.

- Samaniego, I., Brito, B., Viera, W., Cabrera, A., Llerena, W., Kannangara, T., Vilcacundo, R., Angós, I., & Carrillo, W. (2020). Influence of the maturity stage on the phytochemical composition and the antioxidant activity of four andean blackberry cultivars (*Rubus glaucus* benth) from Ecuador. *Plants*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/plants9081027>
- Tito, Z. (2011). *MULTIPLICACION POR ESTACA DE MORA DE CASTILLA (Rubus Glaucus) SIN ESPINA*.
- Toscano, J., Terán, D., Debut, A., Vizuite, K., Martínez, J., & Cerda, L. (2020). Shelf life estimation of Blackberry (*Rubus glaucus* Benth) with bacterial cellulose film coating from *Komagataeibacter xylinus*. *Food Science and Nutrition*, 8(4). <https://doi.org/10.1002/fsn3.1525>
- Veliz, C. (2017). Hormonas ANA y AIB para la propagacion asexual en esquejes de la pitahaya roja (*Hylocereos undatus*). *Scielo.Sld.Cu*, 68.

Anexos

Anexo 1. Prueba de Tukey al 5% para la variable volumen de raíz (cm³)

Tratamientos	Promedio (cm ³)	Rango
A2E2I3	0,91	A
A1E1I1	0,91	A
A1E1I2	0,5	A
A1E1I4	0,18	A
A1E2I2	0,15	A
A2E1I4	0,14	A
A2E1I1	0,13	A
A2E1I2	0,13	A
A1E2I4	0,1	A
A2E2I2	0,1	A
A1E1I3	0,07	A
A1E2I3	0,07	A
A2E1I3	0,07	A
A2E2I1	0,03	A
A1E2I1	0,02	A
A1E3I1	0,0033	A
A2E3I4	0	A
A2E3I2	0	A
A2E3I1	0	A
A2E3I3	0	A
A1E3I3	0	A
A1E3I2	0	A
A2E2I4	0	A
A1E3I4	0	A

Anexo 2. Volumen de raíces (cm³)

N°	Tratamientos	Repeticiones			PROMEDIO
		R1	R2	R3	
1	A1E1I1	1,07	0,97	0,70	0,91
2	A1E1I2	0,70	0,35	0,45	0,50
3	A1E1I3	0,10	0,06	0,06	0,07
4	A1E1I4	0,30	0,05	0,20	0,18
5	A1E2I1	0,02	0,02	0,03	0,02
6	A1E2I2	0,30	0,04	0,10	0,15
7	A1E2I3	0,10	0,02	0,09	0,07
8	A1E2I4	0,09	0,20	0,02	0,10
9	A1E3I1	0,01	0,00	0,00	0,00
10	A1E3I2	0,00	0,00	0,00	0,00
11	A1E3I3	0,00	0,00	0,00	0,00
12	A1E3I4	0,00	0,00	0,00	0,00
13	A2E1I1	0,30	0,10	0,00	0,13
14	A2E1I2	0,30	0,00	0,09	0,13
15	A2E1I3	0,00	0,20	0,00	0,07
16	A2E1I4	0,40	0,00	0,02	0,14
17	A2E2I1	0,00	0,08	0,00	0,03
18	A2E2I2	0,30	0,00	0,01	0,10
19	A2E2I3	0,20	0,04	2,50	0,91
20	A2E2I4	0,00	0,00	0,00	0,00
21	A2E3I1	0,00	0,00	0,00	0,00
22	A2E3I2	0,00	0,00	0,00	0,00
23	A2E3I3	0,00	0,00	0,00	0,00
24	A2E3I4	0,00	0,00	0,00	0,00

Anexo 3. Número de brotes nuevos

N°	Tratamientos	Repeticiones			PROMEDIO
		R1	R2	R3	
1	A1E1I1	1,33	1,33	1,67	1,44
2	A1E1I2	3,00	1,50	2,00	2,17
3	A1E1I3	1,00	3,00	1,00	1,67
4	A1E1I4	1,00	2,00	1,00	1,33
5	A1E2I1	2,00	2,00	1,00	1,67
6	A1E2I2	1,00	5,00	3,00	3,00
7	A1E2I3	1,00	2,00	4,00	2,33
8	A1E2I4	2,00	1,00	1,00	1,33
9	A1E3I1	1,00	0,00	0,00	0,33
10	A1E3I2	0,00	0,00	0,00	0,00
11	A1E3I3	0,00	0,00	0,00	0,00
12	A1E3I4	0,00	0,00	0,00	0,00
13	A2E1I1	1,00	1,00	0,00	0,67
14	A2E1I2	1,00	0,00	3,00	1,33
15	A2E1I3	0,00	1,00	0,00	0,33
16	A2E1I4	1,00	0,00	3,00	1,33
17	A2E2I1	0,00	1,00	0,00	0,33
18	A2E2I2	1,00	0,00	2,00	1,00
19	A2E2I3	1,00	1,00	3,00	1,67
20	A2E2I4	0,00	0,00	0,00	0,00
21	A2E3I1	0,00	0,00	0,00	0,00
22	A2E3I2	0,00	0,00	0,00	0,00
23	A2E3I3	0,00	0,00	0,00	0,00
24	A2E3I4	0,00	0,00	0,00	0,00

Anexo 4. Color de raíz (Blanco y Marrón)

Tratamientos	Raíz	
	Marron	Blanca
A1E1I1	3,00	0,00
A1E1I2	1,00	1,00
A1E1I3	0,33	0,67
A1E1I4	0,67	0,67
A1E2I1	0,00	1,00
A1E2I2	0,33	0,67
A1E2I3	0,33	0,67
A1E2I4	0,00	1,00
A1E3I1	0,00	0,33
A1E3I2	0,00	0,00
A1E3I3	0,00	0,00
A1E3I4	0,00	0,00
A2E1I1	0,33	0,33
A2E1I2	0,00	0,67
A2E1I3	0,33	0,00
A2E1I4	0,00	0,67
A2E2I1	0,33	0,00
A2E2I2	0,33	0,33
A2E2I3	0,67	0,33
A2E2I4	0,00	0,00
A2E3I1	0,00	0,00
A2E3I2	0,00	0,00
A2E3I3	0,00	0,00
A2E3I4	0,00	0,00

**Anexo 5. Prueba de Tukey al 5% para la variable número de días a la
brotación**

Tratamientos	Promedio (días)	Rango
A1E2I2	11	A
A2E1I1	14,5	A
A1E2I4	14,67	A
A1E2I1	16	A
A2E2I1	16,5	A
A1E1I1	20,78	A
A2E1I4	22	A
A1E1I4	22,67	A
A1E2I3	22,67	A
A1E1I2	24,17	A
A2E1I2	24,5	A
A2E1I3	25,5	A
A1E1I3	26,67	A
A2E2I3	29,67	A
A2E2I2	32,5	A

Anexo 6. Número de días al inicio de la brotación

Nº	Tratamientos	Repeticiones			PROMEDIO
		R1	R2	R3	
1	A1E1I1	13,00	16,33	33,00	20,78
2	A1E1I2	25,00	27,00	20,50	24,17
3	A1E1I3	12,00	26,00	42,00	26,67
4	A1E1I4	16,00	40,00	12,00	22,67
5	A1E2I1	15,00	6,00	27,00	16,00
6	A1E2I2	12,00	9,00	12,00	11,00
7	A1E2I3	26,00	22,00	20,00	22,67
8	A1E2I4	9,00	19,00	16,00	14,67
9	A1E3I1	12,00	0,00	0,00	4,00
10	A1E3I2	0,00	0,00	0,00	0,00
11	A1E3I3	0,00	0,00	0,00	0,00
12	A1E3I4	0,00	0,00	0,00	0,00
13	A2E1I1	12,00	17,00	0,00	9,67
14	A2E1I2	29,00	0,00	20,00	16,33
15	A2E1I3	0,00	35,00	0,00	11,67
16	A2E1I4	20,00	0,00	24,00	14,67
17	A2E2I1	0,00	22,00	0,00	7,33
18	A2E2I2	41,00	0,00	24,00	21,67
19	A2E2I3	41,00	27,00	21,00	29,67
20	A2E2I4	0,00	0,00	0,00	0,00
21	A2E3I1	0,00	0,00	0,00	0,00
22	A2E3I2	0,00	0,00	0,00	0,00
23	A2E3I3	0,00	0,00	0,00	0,00
24	A2E3I4	0,00	0,00	0,00	0,00

Anexo 7. Porcentaje de enraizamiento (%)

N°	Tratamientos	Repeticiones			PROMEDIO
		R1	R2	R3	
1	A1E1I1	33,33	33,33	33,33	33,33
2	A1E1I2	22,22	22,22	22,22	22,22
3	A1E1I3	11,11	11,11	11,11	11,11
4	A1E1I4	11,11	11,11	11,11	11,11
5	A1E2I1	11,11	11,11	11,11	11,11
6	A1E2I2	11,11	11,11	11,11	11,11
7	A1E2I3	11,11	11,11	11,11	11,11
8	A1E2I4	11,11	11,11	11,11	11,11
9	A1E3I1	11,11	0,00	0,00	3,70
10	A1E3I2	0,00	0,00	0,00	0,00
11	A1E3I3	0,00	0,00	0,00	0,00
12	A1E3I4	0,00	0,00	0,00	0,00
13	A2E1I1	11,11	11,11	0,00	7,41
14	A2E1I2	11,11	0,00	11,11	7,41
15	A2E1I3	0,00	11,11	0,00	3,70
16	A2E1I4	11,11	0,00	11,11	7,41
17	A2E2I1	0,00	11,11	0,00	3,70
18	A2E2I2	11,11	0,00	11,11	7,41
19	A2E2I3	11,11	11,11	11,11	11,11
20	A2E2I4	0,00	0,00	0,00	0,00
21	A2E3I1	0,00	0,00	0,00	0,00
22	A2E3I2	0,00	0,00	0,00	0,00
23	A2E3I3	0,00	0,00	0,00	0,00
24	A2E3I4	0,00	0,00	0,00	0,00

Anexo 8. Análisis de la varianza volumen de raíces (cm³)

Análisis de varianza para volumen de raíz					
	SC	gl	CM	F	p-valor
BLOQUES	0,03	2	0,2	0,95	0,3929
TRATAMIENTOS	1,10	23	0,05	2,95	0,0009
Error	0,74	46	0,02		
Total	1,87	71			

Anexo 9. Análisis de la varianza número de brotes nuevos

Análisis de varianza para número de brotes nuevos					
	SC	gl	CM	F	p-valor
BLOQUES	1,12	2	0,56	0,76	0,4748
TRATAMIENTOS	55,14	23	2,40	3,23	0,0003
Error	34,12	46	0,74		
Total	90,39	71			

Anexo 10. Análisis de la varianza color de raíz (Blanco y Marrón)

Tratamientos	Raíz	
	Marron	Blanca
A1E1I1	3,00	0,00
A1E1I2	1,00	1,00
A1E1I3	0,33	0,67
A1E1I4	0,67	0,67
A1E2I1	0,00	1,00
A1E2I2	0,33	0,67
A1E2I3	0,33	0,67
A1E2I4	0,00	1,00
A1E3I1	0,00	0,33
A1E3I2	0,00	0,00
A1E3I3	0,00	0,00
A1E3I4	0,00	0,00
A2E1I1	0,33	0,33
A2E1I2	0,00	0,67
A2E1I3	0,33	0,00
A2E1I4	0,00	0,67
A2E2I1	0,33	0,00
A2E2I2	0,33	0,33
A2E2I3	0,67	0,33
A2E2I4	0,00	0,00
A2E3I1	0,00	0,00
A2E3I2	0,00	0,00
A2E3I3	0,00	0,00
A2E3I4	0,00	0,00

Anexo 11. Análisis de la varianza número de días al inicio de la brotación

Análisis de varianza para número de días a la brotación					
	SC	Gl	CM	F	p-valor
BLOQUES	1,05	2	0,53	0,68	0,5162
TRATAMIENTOS	18,05	14	1,29	1,66	0,1240
Error	21,78	28	0,78		
Total	40,88	44			

Anexo 12. Análisis de la varianza porcentaje de enraizamiento

Análisis de varianza para porcentaje de enraizamiento					
	SC	gl	CM	F	p-valor
BLOQUES	0,09	2	0,04	0,56	0,5745
TRATAMIENTOS	13,42	23	0,58	7,61	<0,0001
Error	3,53	46	0,08		
Total	17,03	71			

Anexo 13. Fotografías

Figura Desinfección de todo el lugar



Figura Preparación del sustrato para la propagación



Figura Colocación del sustrato en los vasos desinfectados y se procede a desinfectar.



Figura Obtención de las estacas de Yanahurco



Figura Estacas colocadas en papel periódico húmedo y fundas plásticas



Figura Desinfección al 10% de hipoclorito de sodio de las estacas



Figura Estacas de Mora de Castilla sumergidas en la hormona agrodel



Figura Instalación del experimento



Figura Colocación de las etiquetas en el experimento



Figura Estacas de Mora de castilla a los 15 días



Figura Estacas de mora de castilla a los 30 días



Figura Estacas de mora de castilla a los 45 días



Figura Estacas de mora de castilla a los 60 días



Figura Porcentaje de estacas enraizadas por tratamiento a los 90 días (%)



Figura Volumen de raíces



Figura Número de brotes nuevos



Figura Color de raíz (Blanco y Marrón)



Figura Porcentaje de enraizamiento

