



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA



Evaluación de sustratos para la propagación asexual por acodos de punta en la Mora uva

(*Rubus floribundus* Kunth)

José Antonio Vera Suárez

CC. 1005073242

Programa de Ingeniería Agronómica

Universidad de Pamplona

13 de diciembre de 2024



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA



Evaluación de sustratos para la propagación asexual por acodos de punta en la Mora uva

(*Rubus floribundus* Kunth)

Trabajo de Grado bajo la modalidad de investigación, presentado como requisito para optar el
Título de Ingeniero Agrónomo.

José Antonio Vera Suárez

CC. 1005073242

Tutor: Dr. Enrique Quevedo García.

Programa Ingeniería Agrónoma

13 de diciembre de 2024



Tabla de contenido

1. Resumen	8
1.1. Abstrac	9
2. Introducción	10
3. Problema.....	14
3.1. Planteamiento y Descripción del Problema	14
4. Justificación.....	16
5. Objetivos	18
5.1. Objetivo general	18
5.2. Objetivos específicos	18
6. Marco teórico	19
6.1. Antecedentes	20
7. Marco contextual.....	24
7.1. Ubicación geográfica	24
7.2. Mantenimiento de cultivos establecidos de mora uva	25
8. Marco legal.....	36
8.1. Ley 811 de 2003 (Junio 26)	36
8.2. Resolución No. 0780006.....	37
8.3. Artículo 35.- Definición de Trabajo de Grado.....	42
8.4. Acuerdo No. 007 del 05 de marzo de 2013	43
9. Metodología	44



9.1.	Zona de muestreo	44
9.2.	Material Vegetal de Estudio	45
9.3.	Tipo de investigación	46
9.4.	Diseño Metodológico y Experimental.	46
9.5.	Modelo estadístico	47
9.6.	Modelo lineal estadístico	47
9.6.1.	Ventajas	48
9.6.2.	Desventajas.....	49
9.7.	ANOVA para el diseño completamente aleatorizado (DCA).....	49
9.8.	Análisis estadístico	52
10.	Resultados y discusión	54
10.1.	Pruebas de normalidad en las variables respuestas transformadas mediante el logaritmo NEPERIANO	54
10.2.	Prueba de Levene para la homogeneidad de las varianzas.....	60
10.3.	Variables respuestas	62
10.4.	Análisis de la varianza (ANDEVA) para las pruebas de hipótesis estadísticas de los efectos fijos inter-sujetos	67
11.	Conclusiones.....	72
12.	Referencias bibliográficas	73



Lista de figuras

Figura 1. Mapa geopolítico del departamento Norte de Santander, municipio Chitagá y delimitación de la vereda el Carbón.	25
Figura 2. Sistema de tutorado tipo T sencilla.	31
Figura 3. Sistema de tutorado espaldera doble con dos alambres.	32
Figura 4. Esquema de ramas primarias, secundarias y terciarias de la mora (A), rama látigo o fute (B), rama vegetativa (C), rama productiva (D).	34
Figura 5. Esquema Representativo del Diseño Completamente al Azar (DCA).....	50
Figura 6. Gráfica de caja de la variable número total de hojas transformada por el logaritmo neperiano.	57
Figura 7. Peso fresco de la raíz transformada por el logaritmo neperiano (A), Peso fresco del tallo transformada por el logaritmo neperiano (B), Peso fresco de la hoja transformada por el logaritmo neperiano (C), Peso seco de la raíz transformada por el logaritmo neperiano (D), Peso seco del tallo transformada por el logaritmo neperiano (E), Peso seco de la hoja transformada por el logaritmo neperiano.....	59
Figura 8. Gráfica de barras agrupadas donde se comparan las medias del número de hojas totales para cada sustrato utilizado o tratamiento, en la sexta y octava semana de medición.	69



Lista de tablas

Tabla 1. Distancias de siembra y densidad de población para mora, de acuerdo con la finalidad de la producción.....	29
Tabla 2. Resultado del Análisis de suelo. Zona de Muestreo Finca Santa Isabel donde esta ubicación del cultivo en estudio (Laboratorio de suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS).	45
Tabla 3. Pruebas de normalidad para las variables transformadas por el logaritmo neperiano.	55
Tabla 4. Estadísticos descriptivos para las variables dependientes transformadas por el logaritmo neperiano.....	55
Tabla 5. Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene para las mediciones en los tratamientos durante la sexta semana.	60
Tabla 6. Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene para las mediciones en los tratamientos durante la octava semana.	61
Tabla 7. Estadísticos descriptivos para todas las variables respuesta no transformadas en todo el experimento	62
Tabla 8. Estadísticos descriptivos de las variables respuesta para TRATAMIENTO=1	63
Tabla 9. Estadísticos descriptivos de las variables respuesta para TRATAMIENTO=2	64
Tabla 10. Estadísticos descriptivos de las variables respuesta para TRATAMIENTO=3	65
Tabla 11. Estadísticos descriptivos de las variables respuesta para TRATAMIENTO=4	66
Tabla 12. ANDEVA para las pruebas de efectos fijos inter-sujetos.....	67



Tabla 13. Comparación de medias de la variable número total de hojas mediante la prueba de Tukey.	68
Tabla 14. ANDEVA para las pruebas de efectos fijos inter-sujetos.....	70



Lista de anexos

Anexo 1. Técnica descompactación del sustrato de coco prensado	80
Anexo 2. Materiales y herramientas para la preparación de los diferentes sustratos	80
Anexo 3. Materiales necesarios para la preparación de los sustratos.....	81
Anexo 4. Suelo usado para el tratamiento Testigo.....	81
Anexo 5. Bolsas de semillero calibre N° 2.....	82
Anexo 6. Tijeras para Poda	82
Anexo 7. Preparación y mezcla del tratamiento 1 (60% suelo, 25% sustrato de coco, 15% cascarilla de arroz quemada, 1% cal Agrícola)	83
Anexo 8. Preparación y mezcla del tratamiento 2 (75% suelo, 25% sustrato de coco, 1% cal Agrícola	83
Anexo 9. Preparación y mezcla del tratamiento 3 (50% suelo, 30% Micorrizas, 20% Cascarilla de Arroz quemada, 1% cal Agrícola)	83
Anexo 10. Tratamiento 4 (Testigo 100% suelo)	84
Anexo 11. Preparacion para propagación por acodo de punta	84
Anexo 12. Rama hembra con crecimiento lateral	84
Anexo 13. Rama Macho con crecimiento ascendente.....	85
Anexo 14. Ramas Rabo de ratón con crecimiento descendente.....	85
Anexo 15. Procedimiento de establecimiento del acodo de punta	86
Anexo 16. Acodos terminal de punta establecidos en cada uno de los sustratos	86
Anexo 17. Muestreo de datos para toma de peso fresco de hojas	87
Anexo 18. Muestreo de datos para toma de peso fresco del tallo	87
Anexo 19. Muestreo de datos para toma de peso fresco de la raíz.....	87



Anexo 20. Muestras recolectadas en horno a 45° constantes durante 3 días para la obtención de peso seco de hojas, tallo y raíz	88
Anexo 21. Corte del acodo de punta a 50cm de la bolsa.....	88
Anexo 22. Acodos obtenidas con nuevos brotes proveniente de las raíces desarrolladas en los medios de los sustratos	89
Anexo 23. Recoleccion y transporte de las plantulas obtenidas luego de 8 semanas de investigación.....	89



1. Resumen

La Mora uva (*R. floribundus*) es una especie silvestre que ha pasado por un proceso de domesticación en el transcurso de las últimas décadas, se caracteriza por tolerar el frío extremo de los páramos de Colombia y poseer una fructificación similar al de un racimo de uvas, lo cual le ha favorecido en la parte comercial y la industria del país. Para garantizar calidad y precisión al generar registro e información en este cultivo, se realizó un trabajo investigativo con el fin de evaluar las técnicas de propagación vegetativa por el acodo de punta terminal en Mora uva. Se analizó un análisis estadístico con ANOVA, en una metodología descriptiva de campo con el uso de tres tratamientos con características fijas y un tratamiento testigo como referencia de comparación. Se emplearon un total de cuatro tratamientos con cincuenta repeticiones de acodo punta, donde se determinó el sustrato que dispuso el mejor medio para el desarrollo del acodo y un óptimo desarrollo del sistema radicular para una mayor efectividad en la propagación de nuevos cultivos de Mora uva en la región, además de la creación de nuevas técnicas de propagación vegetativa con mejores resultados, que garantice un correcto desarrollo de la planta a los agricultores y fruticultores de Colombia y otros lugares del mundo donde se desarrolle este cultivo.

Palabras Clave: Propagación vegetativa, acodo terminal de punta, desarrollo radicular.



1.1. Abstract

The Mora uva (*R. floribundus*) is a wild species that has undergone a process of domestication over the last decades, is characterized by tolerating the extreme cold of the paramos of Colombia and possess a fruiting similar to a grape cluster, This has favoured the commercial and industrial sector of the country. To ensure quality and accuracy in generating records and information on this crop, an investigative study was carried out to evaluate the techniques of vegetative propagation by the terminal tip strain in Mora uva. A statistical analysis was analyzed with ANOVA, in a field descriptive methodology using three treatments with fixed characteristics and one control treatment as a comparison reference. Four treatments were used in total with 50 repeated tip-ups, and where the substrate that provided the best means for the development of the root system and optimal development was determined to achieve greater effectiveness in the propagation of new Mora uva crops in the region, In addition to the creation of new techniques for vegetative propagation with better results, which guarantee a correct development of the plant to farmers and fruit growers in Colombia and other places in the world where this crop is developed.

Key words: vegetative propagation, terminal tip layering, root development.



2. Introducción

La tecnología desempeña un papel fundamental en la obtención de altas productividades en la agricultura y la agroindustria, ya que permite aumentar los índices de producción por área cultivada, reducir costos en insumos y mano de obra, y obtener productos procesados con mayor valor agregado para llevar a los mercados regionales y nacionales. Para el año 2014, según registros de la FAO (2017), la república islámica de Irán lideró la producción de *Rubus* spp., en todo el mundo, seguido por México y Vietnam en Asia. Por otra parte en el año 2022, la producción de mora en Colombia se registró con 175.804 t en 16.462 hectáreas (Agronet, 2024).

Es crucial facilitar esta tecnología a quienes deben aplicarla, y una estrategia viable para lograr este objetivo consiste en la creación y difusión de manejos tecnológicos específicos para cultivo. En este documento, se presenta un manejo tecnológico para la mora uva, teniendo en cuenta que actualmente solamente se presenta para la mora de castilla, porque es una especie que ya está domesticada y que debido a su extensión de cultivo, representa un segmento económico significativo en la región de estudio según menciona el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia y Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia (MADR y DANE, 2013).

La mora uva *R. floribundus* es considerado un cultivo muy promisorio en el país como alternativa a la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) (Paniagua et al., 2020). La Agenda Nacional de investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I+D+I) descrita en la plataforma SIEMBRA (2015) en lo referente a la cadena productiva de mora, plantea la carencia de material de siembra con calidad genética, fisiológica y fitosanitaria adecuada para las distintas zonas del país.

R. floribundus es una especie también nativa del Perú, Ecuador y Colombia y tiene diversos usos medicinales en las comunidades del Perú: para tratar resfríos, ira, dolor de cuerpo, susto, tos, colesterol, bronquitis, garganta seca y diabetes (Bussmann & Sharon, 2007). Al tener



tantos usos medicinales en Perú es considerada como la especie vegetal con más importancia cultural (Castillo et al., 2019).

La mora (*Rubus* spp) como indica Cuestas (2018) se encuentra distribuida en la mayor parte del mundo tiene como centro de origen las zonas altas tropicales de América con aproximadamente 300 especies de plantas pertenecientes a la familia de las rosáceas, es perenne con naturaleza trepadora, forma sufrutice y se desarrolla en climas fríos moderados hasta de manera silvestre. Presenta floraciones y fructificaciones permanentes. La mora de Castilla es la de mayor importancia comercial y la más cultivada en regiones comprendidas entre 1.200 a 3.000 m.s.n.m., económicamente la mora es una de las frutas más valiosas cultivadas en el mundo con un aumento considerable anual del 35% (Cuestas, 2018). El cultivo de Mora (*Rubus* spp) en Colombia se extiende en el territorio nacional y la cordillera de los Andes desde el Putumayo hasta el Magdalena Medio y se siembra entre los 1.600 y 2.600 m.s.n.m, donde la producción de mora del país se superó a las 140.000 t debido a su alto consumo por todos los estratos sociales en Colombia para el año 2020, se considera un producto potencial para la exportación según el sistema de información de gestión y desempeño de organizaciones de cadena, (SIOC, 2020).

Al ser la mora un fruto tan apreciado por su versatilidad en la cocina y características organolépticas comenzó a registrar constantemente problemas relacionados con manejos fitosanitarios, causados principalmente por las condiciones de altas precipitaciones en tiempo de invierno y elevados niveles de humedad. Los anteriores factores inciden considerablemente la calidad de los frutos de la variedad de la especie mora de Castilla en Colombia, lo cual afecta así las cadenas productivas de la mora en el país y la economía de los empleos directos o indirectos que genera, donde diversos factores bióticos en campo y en postcosecha pueden ocasionar pérdidas de hasta el 40% de la producción nacional, por lo que se hace importante tomar nuevas alternativas de producción con la implementación y domesticación de nuevas variedades que garanticen la seguridad alimentaria (Díaz et al., 2011).

La especie mora uva (*R. floribundus*) es la más cultivada en Norte de Santander por el rango de altura más apropiado entre los 1500 y 2800 m.s.n.m., con temperaturas promedio de 12 a 18 °C y humedades relativas del 70 a 80% y precipitaciones de 1.200 a 1.700 milímetros



anuales (MADR y DANE, 2013). Principalmente en los municipios de Pamplona, Pamplonita y Chitagá. Presenta características como su sabor acidulado y cualidades nutricionales como antioxidantes muy importantes para la salud humana y se centra dentro de las 10 frutas más consumidas de la canasta familiar de los colombianos, genera desarrollo económico para los medianos y pequeños productores, apoyando el avance territorial y tecnológico. Adicionalmente contribuye a la realización de propuestas para llegar a mercados importantes e industrias de néctares debido a su alto nivel de grados Brix y resistencia del fruto para su transporte en comparación con la mora castilla, apostando así al Plan Nacional Frutícola de Exportación (MADR & DANE, 2013).

Se tiene en cuenta que el material sexual y asexual para uso agronómico y mejoramiento genético, necesita ser caracterizado en campo para validar su uso en relación al crecimiento de hojas y frutos, similitud molecular y morfología, de tal manera que se pueda estudiar las características fisicoquímicas del fruto y rendimiento agronómico, para evaluar los parámetros de cosecha de material sembrado de cada una de las regiones para la adaptación y pruebas regionales de materiales genéticos importados (MADR & DANE, 2013).

Para el establecimiento del cultivo de Mora uva (*R. floribundus*) se debe tener en cuenta que la propagación asexual de la planta es parte importante para garantizar la continua cadena de producción, la calidad e inocuidad del material vegetal propagado, pero esto depende de las condiciones en donde se establezca la práctica agrícola y de qué forma se realice la propagación en el cultivo. Un sustrato es un medio físico o sintético donde se desarrollan las plantas con raíces, proporciona mejores resultados de propagación, que al usar únicamente suelo. Este método agronómico permite el aprovechamiento de materiales de calidad y sanidad que comprendan las necesidades de la planta, con la habilidad de retener los nutrientes y humedad del cultivo, sosteniendo y protegiendo la raíz de la luz, garantizando el intercambio de oxígeno y actividad microbiana en los sustratos con una estructura que permita una aireación, drenaje, permeabilidad y pH eficiente (Pérez, 2007).

El acodo de punta para la propagación de (*Rubus* spp) es el mejor sistema utilizado ya que aun sin intervención del hombre ocurre de manera natural y efectiva, puesto que con solo las ramas más vigorosas y lo suficientemente altas para el acercamiento de la punta al suelo, se



estimula la formación de raíces adventicias en las células apicales de la planta sin riesgo a pérdidas por deshidratación. Se tiene en cuenta que si no se practican adecuadamente estas técnicas se pierde la sanidad y el porcentaje de enraizamiento de los acodos es bajo, y en relación a las pérdidas económicas se tiene el uso de bolsas, mano de obra, tiempo y pérdida vegetal de ramas sufrútice (Roveda et al., 2007).

El siguiente trabajo consistió en una investigación experimental cuyo objetivo fue evaluar los sustratos usados en la propagación asexual por acodos de punta terminal en la especie Mora uva (*R. floribundus*). Teniendo en cuenta las condiciones de propagación de la Vereda el Carbón de Chitagá, Norte de Santander, Colombia.



3. Problema

3.1. Planteamiento y Descripción del Problema

Dada la distribución en el cultivo de las (*Rubus* spp) a lo largo del territorio colombiano, esta se organiza en una agrocadena nacional que concibe la posibilidad de adelantar ejercicios de identificación de representatividad y de planificación estratégica de este subsector, importante para el desarrollo, propagación e implementación de este tipo de cultivo que posee diferentes segmentos de demanda en la industria procesamiento del Sistema de información de gestión y desempeño de organizaciones de cadenas (SIOC 2020).

El aumento en la producción de las (*Rubus* spp) en Colombia está relacionado con factores como la existencia de zonas apropiadas para su cultivo, la aceptación para su consumo fresco, su valor nutricional y potencial (nutracéutico) que implican altas posibilidades agroindustriales Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA MADR & DANE, 2013). Donde el área sembrada de Mora en Colombia alcanza un promedio de 18.000 hectáreas cultivadas para el año 2022, demostrando un aumento anual del 9,3% y en la producción de frutos un aumento del 28% obteniendo un crecimiento importante de la productividad Agrícola de la Mora. A pesar del gran potencial de la mora, no ha adquirido el grado de importancia esperada, por varias limitaciones dentro de las que se destaca, la dependencia de un número reducido de variedades y la baja propagación y calidad genética del material de siembra (SIOC, 2020).

La Mora uva (*R. floribundus*) es una especie con frutos pequeños y ácidos, de tallos poliédricos siendo un cultivo en proceso de domesticación ocasionando su escasa información sobre su desarrollo vegetativo donde la propagación de las *Rubus* spp es una actividad determinante para el aumento de la producción agronómica de frutos y satisfacción de las necesidades de los mercados presentes, pero se debe tener en cuenta que la propagación es uno



de los retos agronómicos asumir en esta especie ya que se desconoce sus óptimas condiciones de propagación por acodos de punta terminal. Así pues, se tiene en cuenta que en el municipio de Chitagá se ha venido impulsando la siembra de Mora uva (*R. floribundus*) especie de la cual no se tiene muy poco conocimiento técnico, presentando inconvenientes para los agricultores ya que se debe conocer los comportamientos de crecimiento y fenológicos, para poder así estimar técnicamente la calidad del material vegetal de propagación, con un sustrato adecuado para un óptimo desarrollo de la raíz (Rojas et al., 2004).

Actualmente no existe ningún material registrado en el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) que cumpla normas específicas para la propagación de Mora uva, por otra parte en la actualidad solo se usa como material de propagación el mismo suelo donde se establece el cultivo sin garantizar sanidad y rendimiento de las nuevas plantas, lo que causa ineficiencia en su comercialización, además de que limita la posibilidad de medir rendimientos de vigorosidad y crecimiento, por lo tanto, se tendrán en cuenta las normas existentes de sustratos y técnicas de propagación donde el material debe ser ligero de peso, poroso, para permitir el suficiente intercambio de oxígeno y microorganismos, pero con alta capacidad de campo, la fibra de coco, el aserrín, la vermiculita o las mezclas de suelo con sustratos presentan buenas características para la propagación por acodo de punta terminal en distintas especies de *Rubus* spp. (Rojas et al., 2004). Cabe resaltar que no se tiene presente en ningún registro tecnocientífico anterior, la influencia sobre el desarrollo y crecimiento vegetativo en el que se usen diferentes tipos de sustratos en la propagación por acodo de punta terminal en la variedad de Mora uva (*R. floribundus*) en Colombia.



4. Justificación

En el sector frutícola aún requiere superar varios obstáculos tecnológicos y de organización como la baja capacitación de los pequeños y medianos agricultores. Para Colombia el cultivo de *Rubus* spp., es de gran importancia a nivel regional y nacional, donde la producción de mora es de gran demanda por sus altos estándares de calidad nutricionales y fenológicos, lo que nos permite entrar en los mercados internacionales, donde la mora uva es una especie en constante auge en las regiones establecidas buscando consolidarse como un cultivo de buen potencial agrícola e industrial, proponiendo una buena alternativa de producción en material vegetal de calidad para los agricultores que desean seguir ampliando sus cultivos o para nuevos agricultores que deseen establecer sus cultivos en sus regiones de origen (Franco et al., 2020).

Aunque la mora es una especie que se propaga vegetativamente, existen diferencias marcadas en los materiales de las zonas productoras del país, incluso dentro de las mismas zonas. Esta carencia de materiales debidamente caracterizados y evaluados, con una oferta tecnológica adecuada que resuelva los problemas de manejo del cultivo y en especial los problemas sanitarios, ha sido uno de los principales obstáculos para la inversión, debido a los riesgos económicos que acarrea el uso de materiales con un manejo desconocido. Por lo tanto, la caracterización y evaluación de materiales de mora garantiza un conocimiento certero de su comportamiento en las zonas de interés (Franco et al., 2020).

Un sustrato es un material sólido natural, sintético, orgánico o mezclados en un contenedor permitiendo el anclaje del sistema radicular, da soporte a la planta e interviene o no en su nutrición, se pueden clasificar en inerte, si solo proporciona anclaje, y activo, si proporciona nutrientes. La implementación de diferentes tipos de sustratos mejora la física del material del suelo facilitando la aireación, absorción de humedad y el drenaje de nutrientes garantizando la actividad benéfica al incremento de la actividad microbiana estimulando uniformemente de manera abundante en el nuevo sistema radicular de las plantas (Salguero, 2018).



Si cada sustrato cumple con las características deseables de sanidad y estructura se pueden mezclar de manera técnica y homogénea. Garantizando así un mejor rendimiento con la implementación de la propagación por acodo de punta en Mora uva, ya que es la mejor manera de propagación, al proporcionar un alto porcentaje de sanidad y desarrollo de la nueva plántula, puesto que no existe intervención en su absorción de nutrientes del suelo y ayuda al desarrollo de las nuevas raíces por la estimulación de las células apicales para el desarrollo vegetal, a su vez cumple con las normas fitosanitarias para la comercialización de las mismas (Salguero, 2018).

Con este orden de ideas se observa la necesidad de llevar a cabo la siguiente investigación, la cual propone evaluar los diferentes tipos de sustratos que se pueden utilizar para la propagación por acodo terminal de punta, para determinar la calidad del desarrollo vegetativo de propagación, al comparar tiempo y vigorosidad del material de propagación, con la finalidad de ampliar la información existente en el país sobre la Mora uva (*R. floribundus*).

La pregunta de investigación, teniendo en cuenta la falta de información en el área de propagación seria: ¿Qué tipo de sustrato induce un mejor desarrollo y crecimiento de los acodos de punta terminal en las condiciones de la vereda el Carbón de Chitagá, Norte de Santander, Colombia?

La hipótesis nula para responder dicha pregunta de investigación seria: los diferentes tipos de sustratos producen el mismo tipo de desarrollo y crecimiento al usar la técnica de propagación por acodo de punta terminal de la Mora uva (*R. floribundus*).



5. Objetivos

5.1.Objetivo general

Evaluar la técnica de propagación vegetativa de acodo de punta terminal en mora uva bajo diferentes sustratos.

5.2.Objetivos específicos

Analizar la formación final del sistema radicular en los acodos de punta en Mora uva bajo el uso de diferentes tipos de sustratos.

Caracterizar las plántulas de Mora uva obtenidas mediante la técnica del acodo de punta en diferentes tipos de sustrato en bolsas.



6. Marco teórico

El fruto de la mora uva se presenta como un aquenio, que consiste en pequeñas drupas unidas a un receptáculo carnoso y desarrollado. Su color varía desde rojo hasta negro brillante a medida que madura. El peso de los frutos oscila entre 3,0 y 5,0 gramos, y tienen una consistencia firme con un sabor que puede ser agrisado o dulce (cuando están maduros). La pulpa es de un tono rojizo y contiene entre 100 y 120 semillas. Debido a estas características, el fruto es muy perecedero, por lo que la cosecha debe realizarse cuando alcanza su madurez comercial, es decir, cuando presenta un color escarlata y una dureza y textura adecuadas para prevenir su deterioro durante su manipulación y transporte (Moreno, 2016).

Las moras de los Andes Colombianos como son la mora de Castilla (*R. glaucus*) y la mora uva (*R. floribundus*) son originarias de las zonas altas tropicales de Centroamérica y Sudamérica, extendiéndose desde Guatemala a Ecuador hasta casi 3219 m.s.n.m (Darrow, 1952).

En Colombia se estima que este género está compuesto por 44 especies de las cuales, nueve son comestibles (Enciso y Gómez, 2004) siendo la mora de Castilla la más importante desde el punto agrícola y comercial, debido a características conferidas por el proceso de domesticación que transfirió variabilidad en tamaño, color y calidad del fruto (Zamorano et al., 2007). Esta especie promisorio también es reportada en México (Rodríguez et al., 2021), en Caldas Colombia en la Cordillera central (Castrillón, 2020). En los humedales de la sabana de Bogotá es reportada como arvense (Díaz, 2012) y en Ecuador en la zona Andina (Romoleroux et al., 2018).

En el subgénero *Eubatus*, perteneciente al género *Rubus*, la especie *R. floribundus* es reconocida como especie hermana de *R. robustus*, y ambas difieren en un 0,9% para el ITS que es un marcador nuclear. *R. floribundus* presenta inflorescencias densas con panícula extra axilares en forma piramidal que se estrechaba hacia las ramas inferiores. *R. floribundus* tiene hojas imparipinnadas, compuestas por 3 o 5 folíolos peciolados, de forma elíptica ovada u



obovada, con borde dentado o aserrado, de color verde oscuro por el haz y blanco-tormentoso por el envés (Tineo et al., 2022).

Las flores de *R. floribundus* son blancas o rosadas, de 5 pétalos y 5 sépalos. Nacen en racimos, dando lugar a inflorescencias de forma ablongada o piramidal. Los sépalos son grises o tormentosos-blancuecinos. El color de los pétalos varía desde el blanco al rosa, tienen de 10 a 15 mm y son de forma ovada (León, 2023).

La producción de plantas por propagación asexual involucra divisiones celulares, que duplica el genotipo y genera una nueva planta con las mismas características de individuo original, a lo que se le denomina clon. Las razones por las que se hace importante la implementación de la propagación vegetativa, es que, mantiene cultivares que no producen semilla viable, ya que algunas plantas frutales y ornamentales tienen un genotipo altamente heterocigoto y las características únicas de dichas plantas se pierden al propagarse por semilla. Adicionalmente, la propagación asexual, evita periodos juveniles alargados, controla la forma de crecimiento y permite la combinación de clones. En general la propagación vegetativa no es más económica que la propagación con semilla, sin embargo, se justifica por la superioridad y uniformidad de clones específicos y la eliminación de la fase juvenil de la planta, necesaria para llegar a la madurez productiva (Hartmann, 2014).

Por otro lado, los suelos dedicados hortifruticultura, en general se están deteriorando rápidamente debido a la erosión, el agotamiento de los nutrientes, la pérdida de carbono orgánico, el sellado del suelo y otras amenazas, lo que reduce la capacidad productiva de los mismos. Por esta razón, es importante aplicar sistemas alternativos de producción en los que se incluya el uso de sustratos como fibra de coco y cascarilla de arroz como elementos alternativos que permitan elevar la producción agrícola (Salguero, 2018).

6.1. Antecedentes

Para realizar este trabajo de investigación se tendrá en cuenta algunos trabajos ya realizados en distintas variedades de (*Rubus spp*) en el territorio Nacional Colombiano como,



“Tecnología para el cultivo de la mora (*Rubus glaucus* Benth)”, por (Franco et al., 2020). Que determino y clasifico los diferentes tipos de propagación teniendo en cuenta su desarrollo y rendimiento vegetativo y características sobresalientes de requerimiento agronómico obteniendo plantas madre de alto valor, considerando los siguientes aspectos de producción y calidad del fruto, la productividad, variedad, estado fitosanitario de la planta y tiempo de productividad e identificación de sus diferentes tipos de Ramas de propagación.

Por otra parte, se tomó en cuenta el trabajo “La Reproducción de las Plantas: Semillas y Meristemos” por (Vazquez et al., 1997). Determinante en los procesos de la reproducción. De las plantas por semillas o meristemos y su eficacia dependiendo de las estructuras reproductivas que posee cada especie de planta, información importante para la conservación y proliferación de especies vegetales importantes para el consumo humano generando seguridad alimentaria, también para producción de materias primas como elaboración y procesamiento de productos comerciales en el mercado.

Teniendo en cuenta que la propagación asexual es una producción a partir de partes vegetativas que conserven la potencialidad de multiplicación y diferenciación celular para la generación de nuevos tallos y raíces a partir de cúmulos celulares logrando la propagación de plantas genéticamente homogéneas, mejoradas y libres de parásitos. Donde las estructuras de propagación vegetativa juegan un papel importante para las especies cultivadas que no producen semillas, aunque tengan flores, ya que no implican la fusión de células germinativas pero esta forma de propagación también se presenta también en plantas que normalmente producen semillas otorgando la característica de reproducción sexual y asexual (Vázquez et al., 1997).

Al tratarse de un proceso de enraizamiento y la separación de una parte de la planta original de esta forma las células, tejidos y órganos desprendidos se desarrollan directamente en nuevos individuos de maneras específicas como pasa en la separación de bulbillos, o fragmentación de una planta por el deterioro o muerte del individuo parental y por medio de tejidos de interconexión. Teniendo en cuenta que las plantas con estructuras vasculares poseen la virtud de la totipotencia del tejido vegetal con la capacidad de formar yemas y raíces adventicias de cualquier órgano de las plantas vasculares, después de sufrir modificaciones



celulares le permite desarrollarse en un organismo completo con las mismas características (Vázquez et al., 1997).

Los diferentes tipos de tallos aéreos horizontales de varias especies silvestres y de manejo agronómico se alargan y forman raíces adventicias en sus entrenudos, obteniendo un individuo llamado clon, un ejemplo de esta modificación para la propagación es cuando el extremo del tallo es libre y largo para alcanzar el suelo desarrollando raíces adventicias y dando lugar a un tallo erecto conocido como acodadura donde la fragmentación de los tallos o ramas y su contacto continuo con el suelo es suficiente para la segmentación y formación de raíz y desarrollo completo de la planta y luego ese nuevo brote será independiente de la rama progenitora (Vázquez et al., 1997).

También se debe destacar las buenas prácticas agrícolas para la propagación y uso de sustratos tomada en cuenta por el trabajo de “Propagación Asexual de Plantas” por (Rojas et al., 2004). Que nos ayudó a identificar los diferentes tipos de acodos utilizados en la agricultura con métodos sencillos y seguros con la estimulación de la raíz en ramas o brotes antes de la separación de la planta madre dando continuación a la desdiferenciación celular que conducirá a una reorganización o a partir de los islotes o meristemas donde se diferencian y dan nacimiento a meristemas radicales, pero para ello se debe tener una buen tipo de sustrato debe ser ligero en el peso, poroso para permitir el suficiente intercambio de oxígeno alrededor de la herida estimulante con alta capacidad de retención de agua como el musgo, la fibra de coco, el aserrín, la vermiculita, carbón fino, turba o Compost y las mezclas de tierra con cualquiera de estos sustratos se han obtenido buenos resultados y más en especies que requieren los micro simbioses.

Destacando que estos sistemas son utilizados generalmente con las especies que enraízan con dificultad por el método de estacado y que le dificulta la reproducción por injerto o semilla. Obteniendo ventajas, se puede decir que las pérdidas de material vegetal por prendimiento son prácticamente nulas, asegurando una transmisión fiel de los caracteres fenotípicos de la familia garantizando efectividad en su propagación pero aun así se llegan a presentar ciertos inconvenientes ya que las plantas madre presentan débil productividad, dependiendo de las condiciones el enraizamiento es demasiado largo, ocupación del terreno considerable y tiempos



de trabajo que dependiendo de las condiciones se tornara en dificultades económicas (Rojas et al., 2004).

También se tuvo en cuenta el trabajo experimental de “Efecto de Diferentes tipos de Propagación en el rendimiento de mora Vino (*Rubus adenotrichus*)” realizado por (Orozco-Rodríguez, 2011) donde resalta que las plantas provenientes por Macro-Propagación muestran mejor rendimiento en promedio de manera asexual por medio de las divisiones celulares de la corona siendo la técnica más utilizada por los agricultores, sin embargo representa un problema por la poca disponibilidad de material vegetal y sus limitaciones fitosanitarias que esta técnica de propagación conlleva. Donde en busca de mejorar estas problemáticas, se está en constante experimentación por medio de nuevas tecnologías para poder garantizar una alta calidad fitosanitarias de propagación en el material vegetal generando mejores rendimientos y capacidades de adaptación agroecológicas. Sustratos y cadena agroproductiva de la mora propagación.



7. Marco contextual

7.1. Ubicación geográfica

El departamento de Norte de Santander está situado en el noreste de la región andina del país, localizado entre los 06°56'42' y 09°18'01'' de latitud norte y los 72°01'13'' y 73°38'25'' de longitud oeste, con una superficie de 22.367 km² lo cual representa el 1.9% del territorio nacional. Es zona fronteriza por el Norte y Este con la República de Venezuela, por el Sur con los departamentos de Boyacá y Santander, y por el Oeste con los departamentos de Santander y Cesar (Figura 2). Posicionándolo en un eje económico y comercial importante del país, por sus recursos naturales, y su importancia en la producción rural especialmente en el sector agrícola, conformando uno de los 32 departamentos de Colombia, su capital es la ciudad de Cúcuta, presentando gran variedad de clima, topografía y diferentes tipos de pisos térmicos. Con gran énfasis en el cultivo y producción de Mora (*Rubus* spp), aportando el 4% de la producción nacional, con un área aproximada sembrada de 490 has aproximadamente (De Santander, G.D.N., 2020).

El cultivo de Mora (*Rubus*. spp) se produce en casi todo el territorio nacional, principalmente en 20 departamentos del país siendo Norte de Santander parte de los mejores productores de Mora del país, conformado 40 municipios con un área departamental de 21.658 km² donde se tiene en cuenta que el Municipio de Chitagá está ubicado en la subregión Sur Occidental con área total de 1.712 km² con coordenadas geográficas 7°08 16 y N 72°39 52 O, a una altura de 2.340 m.s.n.m. y una temperatura promedio 15°C. Con un régimen bimodal de lluvias, en la cuenca del Orinoco (De Santander, G.D.N., 2020).

La vereda el Carbón se encuentra ubicada en el municipio Chitagá, el lugar de estudio donde se estableció el experimento fue la finca Santa Isabel con coordenadas 7°09'63"N 72°64'71"O, propiedad del Señor Juan de la Cruz Mogollón, quien se dedica a la agricultura especialmente en la fruticultura con experiencia en cultivos caducifolios de Durazno y Ciruela, que a su vez se dedica a la producción de Mora uva (*R. floribundus*) con un área sembrada de 1.2 hectáreas (ha) con un tutorado de tres bolillos con 2 años de edad desde su siembra (De Santander, 2020).

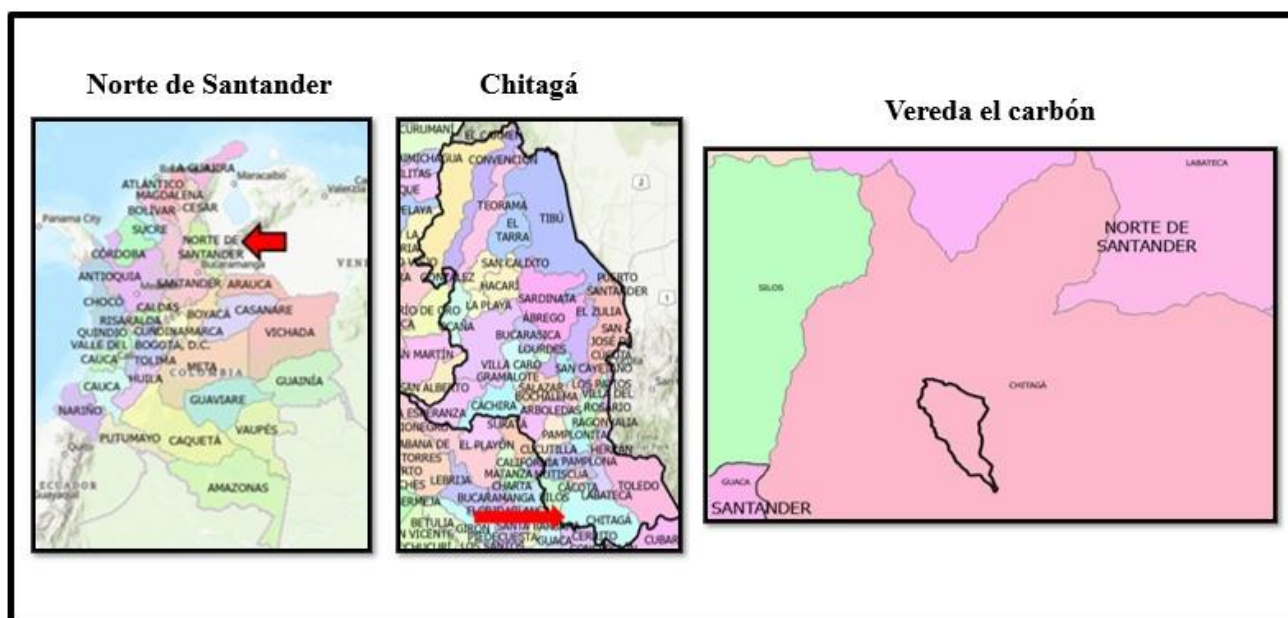


Figura 1. Mapa geopolítico del departamento Norte de Santander, municipio Chitagá y delimitación de la vereda el Carbón.

7.2.Mantenimiento de cultivos establecidos de mora uva

La Mora uva se clasifica en el reino vegetal, clase Angiospermae, subclase Dicotyledoneae, orden Rosae, Familia rosaceae, género *Rubus*. Existen actualmente 12



subgéneros en *Rubus*, pero solamente dos poseen interés comercial a nivel mundial: *Idaeobatus*, en cual están las frambuesas y el *Eubatus*, en el cual se encuentran las moras uvas. Existen varias diferencias morfológicas entre estos subgéneros, el criterio usado para diferenciarlas es la facilidad de separación del fruto de la planta. En *Idaeobatus* (frambuesas), el fruto constituido por un agregado de pequeñas drupelas se separa del receptáculo al cosecharla, mientras que en *Eubatus* (moras), el receptáculo permanece unido al fruto (Galletta et al., 1990).

Se reconocen unas 350 especies de *Eubatus*. Este subgénero se ubica en las regiones templadas del noroeste de Asia, Europa, el Norte de África, Norte América. Algunas especies silvestres pueden encontrarse en las en las partes altas de Centro y Sur América (Obando, 2003).

Los niveles de ploidía de *Eubatus* van desde diploide ($2x=2N=14$) hasta dodecaploide ($12x=2N=84$). La reproducción varía entre apomítica hasta sexualmente fértil. Muchas especies nativas de moras son capaces de hibridarse naturalmente lo que en ocasiones dificulta su clasificación taxonómica (Galletta et al, 1990).

La mora se puede propagar sexual o asexualmente, pero el método recomendado comercialmente es el asexual por ser más económico. Mantiene las características agronómicas deseables y de mejores resultados. La reproducción sexual no se emplea sino solo experimentalmente porque las semillas tienen un bajo poder germinativo. Las plántulas que logran emerger y al crecer lo hacen en forma muy lenta (Cuasatar, Mauricio et al., 2024).

La propagación asexual empleada en la Mora uva tiene dos sistemas para desarrollar en campo, la estaca y el acodo, se recomienda utilizar siempre las ramas hembras de las plantas adultas, sin embargo, en la práctica, los productores emplean las ramas macho por ser más vigorosas y para no reducir la producción de fruta de la plantación existente. El suelo debe estar suelto y libre de arvenses (Henao et al., 2019).

El Acodo. El mejor método para obtener plantas vigorosas consiste en el enraizamiento de una zona del tallo mientras la rama continúa adherida a la planta madre (Henao et al., 2019).

Acodo rastrero. Se realiza en matas de tallos largos, para lo cual se escogen ramas de buenas características, se tiende en el suelo sin arrancar de la planta madre, se tapa con tierra cada 25 cm, hasta cubrir toda la rama. De una rama se pueden obtener de tres a cuatro acodos e



igual número de plantas. De la sección de la rama tapada con tierra nacen raíces, y a los tres meses están listas las nuevas plantas (Henao et al., 2019).

Acodo de punta. Se realiza arqueando una rama y enterrando la punta 10 cm, en el suelo o en bolsas con tierra. De la punta enterrada nacen las raíces y al cabo de un mes se corta a 50 cm, del suelo a la rama, obteniéndose una planta lista para el trasplante en el lugar definitivo. El alto vigor que presentan estas ramas ha permitido recomendar este sistema, aunque se obtiene una plántula por rama, lo que lo hace más costoso en comparación con el sistema anterior (Cipriano, 2012).

Estacas. La propagación por estacas consiste en cortar trozos de 35 cm, de tallos vigorosos y de buenas características. El diámetro de los tallos debe ser de 1 cm, y cada estaca debe tener tres a cuatro yemas. Con el fin de tener un buen enraizamiento es necesario aplicar fitohormonas en la parte inferior de las estacas, y parafina en la parte superior para reducir la deshidratación y el ingreso de patógenos. La siembra de las estacas tratadas se realiza directamente en bolsas con tierra preparada (Henao et al., 2019).

Este sistema es más costoso que los anteriores, pero proporciona mayor cantidad de material. La propagación por estacas presenta algunas características como una rápida brotación de las yemas, formándose ramitas sin que exista aún el sistema radicular, por lo que este crecimiento se detiene pronto. Con el fin de obviar este crecimiento, los cortes del tallo deben hacerse cerca de las yemas (parte superior) y después de la siembra mantener las estacas en lugar cubierto y oscuro para evitar el brote de las yemas (Cuasatar et al., 2024).

Propagación de material “*in vitro*”. Es la producción de plantas enteras en laboratorio especializado, partiendo de trozos pequeños de tejidos o células individuales bajo condiciones controladas que garanticen materiales genéticamente superiores y libres de enfermedades. El cultivo de tejido permite introducir material, eliminando la posible introducción de insectos, bacterias, hongos o nematodos, que pueden ser plaga o enfermedad de la mora. También permite a partir de unas cuantas plantas masificar rápidamente material de interés para los agricultores. Entre estas especies, recientemente ha venido presentándose una fuerte demanda de germoplasma del cultivo de mora. Por lo que se hace necesario implementar la técnica de cultivo



de tejido como método para la introducción y propagación acelerada de variedades de alta calidad y altos rendimientos (Cancino et al., 2015).

Época de plantación. Cuando las plantas propagadas están en condiciones de llevarse al lugar definitivo, se recomienda iniciar la plantación al establecerse los periodos de lluvias, pero si se cuenta con riego, puede sembrarse en cualquier época del año (Zumba, 2022).

Selección y preparación del terreno. Son ideales suelos de textura franca, que retengan humedad, ricos en materia orgánica, en zonas con alta precipitación se prefieren suelos inclinados y en zonas de verano prolongados se requieren vagas o terrenos planos a ondulados (Zumba, 2022).

Cuando se establecen cultivos de mora en zonas enmontadas, se hace necesario eliminar los arbustos y arrancar las cepas. Todas las labores manuales de preparación se encuentran sujetas a las condiciones del terreno. Por ejemplo, si se cuenta con un terreno sin cultivar, las labores que deberán adelantarse son las de socla y tumba con anticipación (Zumba, 2022).

Con el fin de hacer una labranza mínima sobre todo en terrenos pendientes, se recomienda preparar el sitio y hacer un hoyo en forma de matero (40 x 40 x 40 cm), la tierra extraída se mezcla con uno o dos kilos de materia orgánica bien descompuesta; un mes atrás se deben aplicar los correctivos (cal agrícola según análisis de suelo) (Zumba, 2022).

Trazado de la plantación. Una vez preparado o alistado el terreno, se procede a marcar los sitios donde se harán los huecos de acuerdo con el sistema de plantación que se pretende utilizar. Para la plantación de mora, los sistemas más utilizados son el cuadro o el tresbolillo, aunque por estar ubicado este cultivo en zonas de pendiente, los agricultores utilizan un trazo de tan solo alinear por surcos individuales cada línea sembrada. Es necesario aclarar que el sistema de tresbolillo, permite plantar un 15% más de plantas que el trazado en cuadro (Henao et al., 2019).

A nivel de Colombia se han establecido unas distancias que se deben tener en cuenta para la siembra de las especies de *Rubus* spp en Colombia, las cuales se muestran en la tabla 1



Tabla 1. Distancias de siembra y densidad de población para mora, de acuerdo con la finalidad de la producción. Fuente: (Henao et al., 2019).

Distancias de Siembra (m)	Número de plantas/Ha	Finalidad
1,5 x 1,5	4.444	Industria
2,0 x 2,0	2.500	Industria
1,5 x 2,5	2.666	Industria
2,0 x 2,5	2.000	Mercado en fresco
3,0 x 3,0	1.111	Mercado en fresco
2,5 x 2,5	1.600	Mercado en fresco

El destino de la producción agronómica determina la densidad del cultivo, si va al consumo en fresco se recomienda menos de dos mil plantas por hectárea, pero si es para el consumo industrial (Gaseosas y Néctares) se recomienda hasta 4.444 plantas/Ha. Es importante aclarar que los sistemas y distancias de siembra dependen de la topografía del terreno, del gusto del agricultor, así como de los sistemas de tutorado (espaldera sencilla, espaldera compuesta, chiquero, el t simple y t modificado) (Henao et al., 2019).

Siembra-Trasplante. Basados en los análisis de fertilidad del suelo, es conveniente realizar las aplicaciones de los correctivos, de tal forma que se incorporen al hueco mezclado con la tierra del hueco. Como generalidad se puede recomendar la siguiente aplicación por hueco: 750 a 1.000 gramos de gallinaza y 120 gramos de Calfos. El siguiente paso es realizar la siembra, eliminando las cámaras de aire; esto tiene como propósito mejorar el sistema radicular de la planta mejorando su nutrición. De esta manera se producirá fruta de mayor calidad y de mejor aceptación en el mercado (Cortes et al., 2013).

Durante el trasplante se debe contar con buena disponibilidad de agua; si no se cuenta con riego es preferible realizar el trasplante durante la época de lluvias para asegurar la



adaptación rápida de las plantas. Debido a que el trasplante se realiza comúnmente a raíz desnuda, algunos técnicos de campo aconsejan desinfectar la plántula antes de establecerla en el terreno. Es conveniente obtener un mayor número de plántulas que permitan hacer una resiembra del 2 - 5% aproximadamente, en la medida en que el prendimiento no es del 100% (Franco, 2001).

Para obtener crecimiento uniforme y sanidad de las plantas, así como, una mejor producción del cultivo es necesario realizar oportunamente las siguientes labores de cultivo: Durante los primeros seis meses es necesario la instalación del sistema de tutorado para guiar las plantas que por su crecimiento rastrero se hace necesario brindarle soporte físico que enderece su crecimiento, otra labor que se debe hacer permanentemente es el riego que mejore el prendimiento de las plantas (Zumba, 2022).

Riego: Una planta puede someterse a regímenes de cierta sequía, deteriorando su rendimiento. Es preferible ubicar la planta en suelos húmedos, pero bien drenados, debido a que la planta sufre cuando el suelo se encharca. Los métodos de riego más convenientes para el cultivo de la mora son el goteo, microaspersión y riego corrido, suministrándole una lámina equivalente a 3 milímetros diarios (3 litros de agua por metro cuadrado). El riego por microaspersión presenta el inconveniente de maltratar la floración y aumentar la humedad relativa dentro del cultivo, que después se traduce en problemas de enfermedades (Zumba, 2022).

El agua o la humedad del suelo es indispensable desde la floración hasta el llenado del fruto. El riego del cultivo en la época seca dará mayor firmeza a la fruta, de esta forma resistirá mejor el transporte y durará más tiempo en el punto de venta.

Tutorado: Existen diferentes sistemas de tutorado como son: El chiquero, espaldera sencilla, con uno y dos alambres, T sencilla, espaldera doble con dos o cuatro alambres; es importante de hacer a tiempo el sistema de tutorado para evitar que debido al crecimiento de las plantas, algunas ramas productivas entren en contacto con el suelo favoreciendo la contaminación de la fruta con tierra; en términos generales el sistema de tutor debe estar listo cuando las plantas hayan alcanzado los 60 cm, de altura, porque las moras empiezan a tomar forma natural achaparrada, lo que dificulta guiar sus tallos y ramas (Cabezas et al., 2002)

Para el presente estudio explicaremos los sistemas de T sencilla y espaldera doble que son las más comunes en Norte de Santander

Espaldera T sencilla: Consiste en enterrar 50 cm, un poste o estantillo de madera principalmente, dejando una longitud de 1,50 metros de altura libre, distante el uno del otro a 4 metros, dejando dos (2) plantas entre cada madero colocándole dos transversal, el primero a 75 cm de la altura del suelo de 70 cm de largo y el segundo de 1,0 metro de largo, por encima de los verticales (Figura 3) (Francor, 2001).

Espaldera doble en línea: En esta forma de sostén, se mantienen los tallos y las ramas de mora en medio de dos hilos de alambre. Los postes de madera, de similares características que en el caso anterior son enterrados 50 cm, ubicando los postes gruesos a los extremos y un par al medio de la hilera para mantener templado el alambre dulce, los postes de menor diámetro, que se emplean en mayor número, se colocan uno cada dos metros. Éstos tienen un pedazo de madera cruzado en forma de T para sostén de los alambres (Figura 4). Aunque su costo es mayor que el sistema anterior, se obtiene óptimos resultados en la cosecha de los frutos (Cabezas et al., 2002).

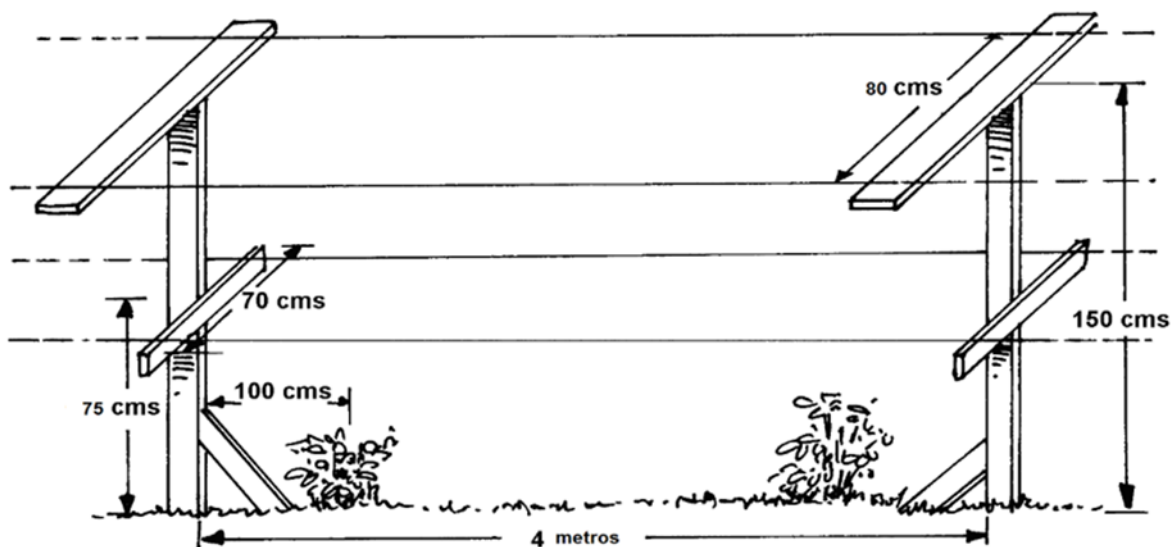


Figura 2. Sistema de tutorado tipo T sencilla. Fuente: Cabezas et al. (2002).

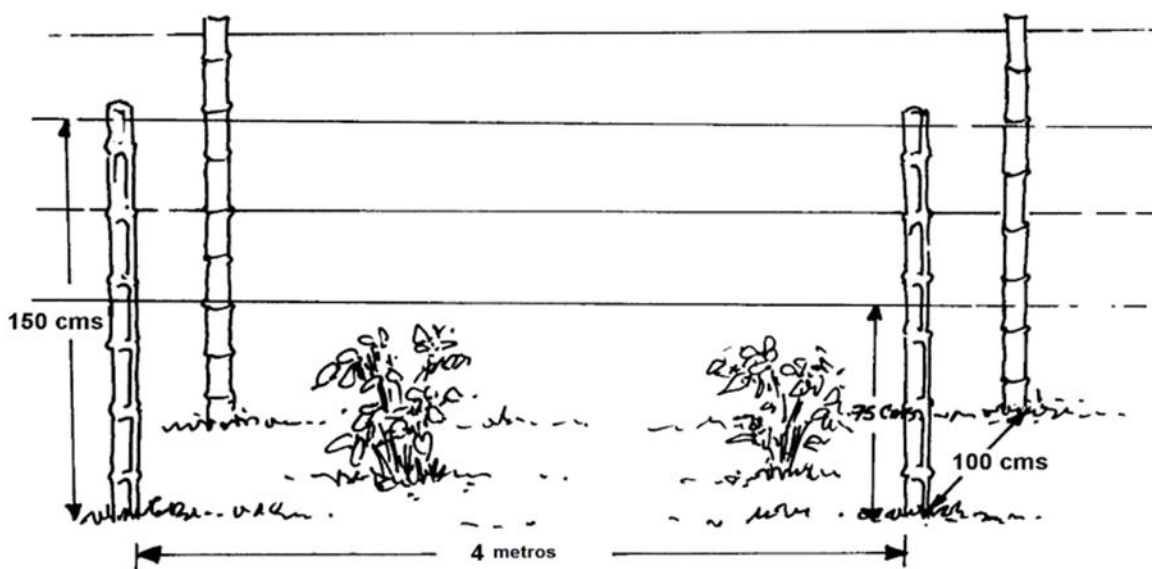


Figura 3. Sistema de tutorado espaldera doble con dos alambres. Fuente: Cabezas et al. (2002).

La poda en una planta, es una actividad que se realizara para que se desarrolle todo su crecimiento potencial y se eviten las dificultades en las labores de cosecha; adicionalmente se ejecuta con los siguientes fines:

Por sanidad y reducción de enfermedades en la postcosecha, para lograr una mejor calidad de la fruta (poda de producción, desarrollando nuevas ramas fructíferas), para facilitar la cosecha (poda de formación). Las podas continuas dan como resultado una mejor aireación en el cultivo, mayores rendimientos y mejor calidad del producto, además de estimular el rebrote de ramas productivas y la producción de los diferentes lotes va de acuerdo con la frecuencia de las podas (semanal, mensual, bimensual o trimestral). Las podas trimestral y bimensual son ineficientes porque dificulta la recolección y no se tiene la producción escalonada y continua, lo cual se constituye en desventaja competitiva en el mercado; esta frecuencia de podas se observa en la mayoría de los cultivadores de mora, afectando la disponibilidad del producto especialmente en los meses de verano enero, febrero, mayo y junio (Rodríguez et al., 2018).

Las podas realizadas a los cultivos de mora de la región consiste en hacer un despunte a 80 cm, de altura de la planta, ya que no tutoran las plantas y cortan algunas ramas secas y rebrotes tipo látigo; observándose una brecha tecnológica en este aspecto ya que en otras



regiones del país como Santander, Antioquia, Huila y Caldas, entre otras, para realizar una poda eficiente se identifican los tipos de ramas que produce una planta para dar a cada una de ellas de acuerdo a su tipo , una poda y manejo adecuado (Rodríguez et al., 2018).

Para realizar una poda eficiente se deben identificar los diferentes tipos de ramas que producen una planta para dar a cada una de ellas de acuerdo con su tipo, una poda y manejo adecuado (Figura 5).

Ramas látigo: Son ramas que terminan en forma de látigo con hojas pequeñas y escasas crecen buscando el suelo; este tipo de ramas se demoran en producir y su floración es escasa, se deben eliminar desde la parte basal, para favorecer la aireación y una producción de mejor calidad, su producción se da en las ramas terciarias y se demora más de 6 meses, (Figura 5. B) (Rodríguez et al., 2018).

Ramas vegetativas: Son ramas gruesas con muchas espinas (Figura 5.C), sus hojas terminales vienen cerradas, se deben podar a una altura de 1,50 a 1,80 cuando hay tutor, condición que tienen todos los cultivos de los departamentos antes mencionados; el despunte en forma de bisel se hace a unos 10 o 20 cm, por encima del nivel del alambre, estimula el rebrote de ramas secundarias y de estas salen las ramas terciarias que es donde está la zona de producción. Estas ramas se demoran seis meses para producir y se deben dejar 4 ramas primarias por planta, son verticales y algunos agricultores la llaman chupones (Rodríguez et al., 2018).

Ramas productivas o hembras: Son de un grosor intermedio entre las dos anteriores (látigo y ramas vegetativas), sus terminales apicales son abiertos y la producción es permanente en el tercio superior de las ramas primarias, secundarias y terciarias. De este tipo de ramas se pueden dejar hasta 8 ramas primarias por planta este tipo de ramas es el que se presenta más en los cultivos sembrados en la región, (Figura 5.D) (Rodríguez et al., 2018).

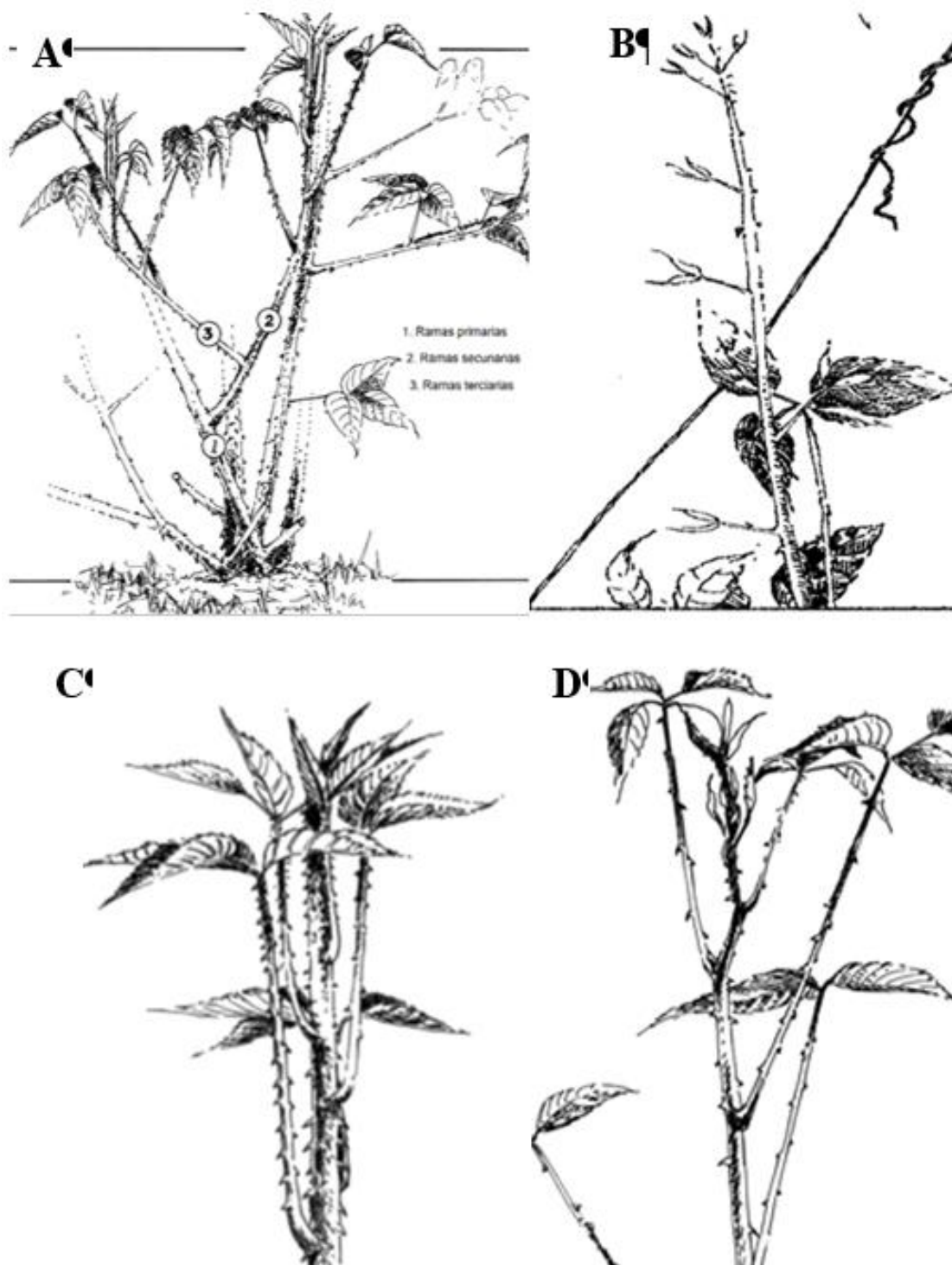


Figura 4. Esquema de ramas primarias, secundarias y terciarias de la mora (A), rama látigo o fute (B), rama vegetativa (C), rama productiva (D). Fuente: Rodríguez et al. (2018).



Tipo de podas:

Podas de formación: Con este tipo de poda se le da a la planta la forma deseada, eliminar el exceso de ramas, una vez se escoja el número de ramas dejadas por planta (si es rama productiva o vegetativa), también debe estar sujeto a la fertilidad del suelo, distancias de siembra y manejo del cultivo, generalmente se dejan de 6 a 10 ramas por planta (Rodríguez et al., 2018).

Poda de producción o mantenimiento: Se realiza después de la cosecha, consiste en quitar de la planta las ramas secas, enfermas o que ya produjeron fruto para estimular el brote de ramas productivas y el engrosamiento de las primarias y secundarias, se debe realizar cada 15 o 30 días. Es necesario también podar las ramas vegetativas o machos, porque éstas no producen fruto, se distinguen fácilmente porque la punta es cerrada y en forma de látigo (Rodríguez et al., 2018).

Poda de renovación: Se puede realizar en todas las ramas primarias a 10 cm, del suelo cuando hayan agotado su producción o cuando ha transcurrido más de tres meses sin podar; por lo general se practica a los 10 años de vida de las plantas, se debe hacer el corte en sentido diagonal o bisel y recubrir con parafina para evitar que el agua lluvia penetre y aparezcan enfermedades; luego de 1 año de haber podado la planta tendrá gran cantidad de ramas productoras (Rodríguez et al., 2018).



8. Marco legal

8.1.Ley 811 de 2003 (Junio 26)

La Ley 811 de 2003 (junio 26) por la cual se modifica la Ley 101 de 1993 en lo referente al CAPITULO XIV, para la creación de las organizaciones de cadenas en el sector agropecuario, dice textualmente: Artículo 101. Creación de las organizaciones de cadena. Las organizaciones de cadena constituidas a nivel nacional, a nivel de una zona o región productora, por producto o grupos de productos, por voluntad de un acuerdo establecido y formalizado entre los empresarios, gremios y organizaciones más representativas tanto de la producción agrícola, pecuaria, forestal, acuícola, pesquera, como de la transformación, la comercialización, la distribución, y de los proveedores de servicios e insumos y con la participación del Gobierno Nacional y/o los gobiernos locales y regionales, serán inscritas como organizaciones de cadena por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, siempre y cuando hayan establecido entre los integrantes de la organización, acuerdos, como mínimo, en los siguientes aspectos:

- a. Mejora de la productividad y competitividad.
- b. Desarrollo del mercado de bienes y factores de la cadena.
- c. Disminución de los costos de transacción entre los distintos agentes de la cadena.
- d. Desarrollo de alianzas estratégicas de diferente tipo.
- e. Mejora de la información entre los agentes de la cadena.
- f. Vinculación de los pequeños productores y empresarios a la cadena.
- g. Manejo de recursos naturales y medio ambiente.
- h. Formación de recursos humanos.
- i. Investigación y desarrollo tecnológico.



Y posteriormente, la define así: Para efectos de la presente ley, se entiende como cadena el conjunto de actividades que se articulan técnica y económicamente desde el inicio de la producción y elaboración de un producto agropecuario hasta su comercialización final. Está conformada por todos los agentes que participan en la producción, transformación, comercialización y distribución de un producto agropecuario (Valencia et al., 2010)

8.2.Resolución No. 0780006

ARTÍCULO 1.- OBJETO. Establecer los requisitos para el registro de viveros y huertos básicos dedicados a la producción y comercialización de material vegetal de propagación y/o plantas vivas para la siembra u ornato en el país con el fin de garantizar su calidad.

ARTÍCULO 2.- ÁMBITO DE APLICACIÓN. Las disposiciones establecidas en la presente resolución serán aplicables a todas las personas naturales o jurídicas, que se dediquen a la producción, y/o comercialización de material vegetal de propagación y/o plantas vivas a través de viveros y huertos básicos para la siembra u ornato en el país.

PARÁGRAFO. Las medidas contenidas en la presente resolución, no serán aplicables a los huertos y viveros que produzcan cítricos o palma de aceite, quienes se regirán por la Resolución 12816 de 2019 y 395 de 2005 respectivamente, o aquellas que las adicionen, modifiquen o sustituyan.

ARTÍCULO 3.- DEFINICIONES. Para los efectos de la presente Resolución se adoptan las siguientes definiciones

3.1. ACTA DE VISITA DE INSPECCIÓN: Documento oficial en el cual un profesional del ICA describe el estado del vivero en el momento de la visita de inspección y deja constancia de la situación encontrada, los compromisos y los plazos que el titular del registro o propietario del vivero debe cumplir.



3.2. AISLAMIENTO PERIMETRAL: Establecimiento de una barrera física que tiene por objeto delimitar las áreas que conforman el vivero.

3.3. ALMACIGO: Conjunto de plantas trasplantadas a bolsas llenas de sustrato (suelo y materia orgánica) y dispuestas adecuadamente para su mantenimiento durante la etapa de crecimiento.

3.4. AREA DE CRECIMIENTO: Área claramente definida en donde se disponen las plántulas para su desarrollo y crecimiento, se ubica en sitios en donde se garantice su manejo y control sanitario.

3.5. ÁREA DE DESCARTE: Sitio de disposición del material vegetal de propagación que por concepto del Asistente Técnico o de un profesional del ICA no es apto para la siembra y/o comercialización.

3.6. AREA DE ENRAÍZAMIENTO: Espacio, áreas de terreno o estructuras con cubiertas de plástico o polisombra, destinadas al enraizamiento de estacas, esquejes, estolones, bulbos, preparadas con sustratos como turba, coco, cascarilla de arroz, arena, libre de plagas.

3.7. AREA DE GERMINACIÓN: Área claramente definida que se usa para la germinación de semilla y que se ubica en sitios en donde se garantice su manejo y control sanitario.

3.8. ÁREA DE INJERTACIÓN: Comprende el área donde se ubica el material vegetal de propagación como plantas madre y patrones entre otros, dispuestos para su injertación.

3.9. ASISTENTE TÉCNICO: Profesional del área de conocimiento de Agronomía, ingeniería agrícola, forestal, agroindustrial o aquellas profesiones que tenga la competencia para realizar actividades de manejo fitosanitario y producción de plantas de viveros.

3.10. AUTORIDAD FITOSANITARIA: El ICA quien tiene las responsabilidades en materia de regulación, prevención, supervisión, protección a la sanidad vegetal.

3.11. BLOQUE: Grupo de plantas que se caracterizan por ser del mismo cultivar sembrados en un arreglo espacial, claramente diferenciable.



3.12. BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS. Conjunto de actividades para el mejoramiento de los métodos convencionales de producción agrícola, haciendo énfasis en la sanidad e inocuidad del producto, y con el menor impacto de las prácticas de producción sobre el ambiente y la salud de los trabajadores.

3.13. CALIDAD MATERIAL VEGETAL DE PROPAGACIÓN: Conjunto de atributos del material vegetal de propagación que involucra los factores genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios.

3.14. CARACTERES MORFOLÓGICOS: Caracteres observables a simple vista o mediante el uso de lupas o estereoscopios que son heredables y estables a través de las diferentes generaciones y que permiten la identificación y distinción de cultivares dentro de la misma especie.

3.15. CLON: Planta obtenida por cualquier método de propagación vegetativa y cuyo genotipo es idéntico al de la planta que le dio origen o grupo de plantas genéticamente idénticas que fueron obtenidas por propagación vegetativa de un individuo seleccionado.

3.16. COMERCIALIZACIÓN: Cualquier forma de actividad que comprende la compra, almacenamiento, distribución y venta de material vegetal de propagación a través de un vivero o establecimiento de comercio, así como el proceso general de promoción del producto, incluyendo la publicidad, relaciones públicas acerca del mismo y servicios de información.

3.17. CONSTANCIA VEGETAL: Documento no oficial en el cual el asistente técnico del vivero certifica la calidad sanitaria, física, fisiológica y genética de uno o varios lotes de material vegetal de propagación.

3.18. CONTROL FITOSANITARIO: Supresión, contención o erradicación de una población de plagas.

3.19. COPA: Parte área del Injerto constituida por todas las ramas y la parte superior de la planta.



3.20. CUARENTENA: Confinamiento oficial de artículos reglamentados, plagas u organismos benéficos para inspección, prueba, tratamiento, observación o investigación.

3.21. CULTIVAR: Nombre genérico que se utiliza para referirse indistintamente a variedades, líneas, híbridos y clones que se estén utilizando como materiales comerciales para siembra.

3.22. DESINFECCION: Proceso que consiste en eliminar microorganismos infecciosos mediante el uso de agentes químicos o físicos.

3.23. DEPURACIÓN GENÉTICA: Remoción de plantas que presentan características fenotípicas no homogéneas y no conformes a la planta que le dio origen, de acuerdo con la identificación del cultivar.

3.24. ESPECIE VEGETAL NATIVA: Es aquella especie cuya ubicación corresponde con su región geográfica y su distribución ha sido de manera natural.

3.25. HUERTO BASICO: Grupo de plantas madre con madurez fisiológica, con estabilización de producción y plenamente identificadas con calidad genética y sanitaria de las cuales se obtendrá semilla, varetas y/o yemas para enjertación.

3.26. INSPECCIÓN FITOSANITARIA: Procedimiento físico y/o visual realizado al material vegetal de propagación por profesionales del ICA o personal autorizado.

3.27. LICENCIA FITOSANITARIA PARA LA MOVILIZACION DE MATERIAL VEGETAL: Documento oficial expedido por el ICA o quien este delegue, mediante el cual se autoriza la movilización interna de material vegetal dentro del territorio nacional, cuando las razones de índole sanitaria así lo exijan.

3.28. LOTE: Cantidad específica de semilla sexual o asexual, cuyo origen y calidad son uniformes; físicamente identificable con un número o con letra, correspondiente a un período de cosecha y procedencia.

3.29. MATERIAL VEGETAL DE PROPAGACIÓN: Todo material vegetal viable de origen asexual que se use para multiplicación para siembra, comercialización y/u ornato.



3.30. OBTENTOR DE VARIEDADES VEGETALES: Se entiende por obtentor a) la persona natural o jurídica que haya desarrollado y terminado una nueva variedad mediante la aplicación de conocimientos científicos; b) la persona que sea el empleador de la persona antes mencionada o que haya encargado su trabajo, cuando la legislación de la parte contratante en cuestión así lo disponga, y c) el causahabiente de la primera o de la segunda persona mencionadas, según sea el caso.

3.31. ORGANISMO GENÉTICAMENTE MODIFICADO (OGM). Cualquier organismo vivo que posea una combinación nueva de material genético que se haya obtenido mediante la aplicación de la tecnología de ADN recombinante, sus desarrollos o avances, así como sus partes, derivados o productos que los contengan, con capacidad de reproducirse o de transmitir información genética. Se incluyen dentro de este concepto los Organismos Vivos Modificados (OVM) a que se refiere el Protocolo de Cartagena sobre seguridad en la biotecnología.

3.33. PLAGA: Cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales.

3.34. PLANTULADOR: Persona natural o jurídica que realiza la producción de plántulas para siembra a partir de semilla sexual autorizadas por el Instituto y que se comercializan en bandejas.

3.35. PRODUCTOR: Para efectos de la presente resolución es toda persona natural o jurídica que se dedica a la producción, manejo, multiplicación de plántulas o plantas de vivero con fines de siembra o comercialización para la siembra en el país.

3.36. PROPAGACIÓN ASEXUAL: Es aquella que se caracteriza por la ausencia de fusión de células y se efectúa utilizando partes de la planta diferentes a la semilla sexual.

3.38. REGISTRO ICA: Acto administrativo por el cual el ICA reconoce el cumplimiento de los requisitos, condiciones y procedimientos exigidos para realizar la actividad como productor y/o comercializador de material vegetal de propagación a través de vivero.



3.39. SANIDAD VEGETAL: Conjunto de condiciones y acciones orientadas a la prevención, control y erradicación de plagas que afectan a las plantas, sus productos o subproductos.

3.41. SEMILLERO: Área de terreno destinada a la ubicación de bolsas, bandejas, contenedores y/o materos llenos con sustratos preparados con turba, coco, arena, cascarilla de arroz, abono orgánico y otros, en las que se sembrará la semilla.

3.42. SUSTRATO: Material sólido de origen natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor de forma pura o mezclado, permite el desarrollo y anclaje del sistema radicular de la plántula. El sustrato puede intervenir o no en la nutrición de la planta y debe estar libre de plagas.

3.43. TRAZABILIDAD. De acuerdo con el Decreto 931 de 2018 es el proceso que permite identificar una especie vegetal desde la producción de la semilla hasta la adquisición de los productos vegetales terminados por parte del consumidor final, incluida la producción de la semilla, la transformación, procesamiento, transporte, distribución y comercialización, y demás información asociada a todos los eslabones de la cadena productiva.

3.44. UMBRÁCULO: Techo artificial que cubre el área donde se ubican las plantas en bolsa.

3.45. VIVERO: Es un conjunto de instalaciones que cumple con los criterios técnicos para producir, multiplicar y/o comercializar material vegetal de propagación (Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y MADR, 2020)

8.3. Artículo 35.- Definición de Trabajo de Grado.

En el Plan de Estudios de los programas, la Universidad establece como requisito para la obtención del título profesional, la realización por parte del estudiante, de un trabajo especial que se denomina “TRABAJO DE GRADO”.



PARÁGRAFO PRIMERO. - El Trabajo de Grado, según sus características puede ser realizado en forma individual o en grupo. Corresponde al Comité de Trabajo de Grado autorizar que dos (2) o más estudiantes se integren para realizar uno solo. En todos los casos, se presentará un sólo informe.

8.4. Acuerdo No. 007 del 05 de marzo de 2013

PARÁGRAFO SEGUNDO. - “El Trabajo de Grado se podrá matricular a partir del 8º. semestre, dependiendo de la modalidad, hasta con máximo dos (2) asignaturas. El Trabajo de Grado debe sustentarse ante un Jurado, compuesto por tres (3) personas conocedoras del tema y puede recibir como calificación entre cero puntos cero cero (0,00) y cinco puntos cero cero (5,00) que lo catalogue como “aprobado”, “excelente” o “Incompleto”. Cuando no cumpla con los objetivos propuestos en la modalidad en la cual se adelanta, el estudiante deberá matricularlo nuevamente en el semestre académico siguiente”.

PARÁGRAFO TERCERO. - La Calificación del Trabajo de Grado, tendrá la siguiente equivalencia: Meritorio (4.50-5.00) Excelente (4.00-5.00) Aprobado (3.00-4.00) Incompleto (0.00-2.99).

ARTÍCULO 36.- Modalidades de Trabajo de Grado: el trabajo de grado puede desarrollarse en las siguientes modalidades:

Investigación: comprende diseños y ejecución de proyectos que busquen aportar soluciones nuevas a problemas teóricos o prácticos, adecuar y apropiar tecnologías y validar conocimientos producidos en otros contextos. Para los estudiantes que se acojan a esta modalidad, deberá presentar al director de Departamento el anteproyecto que debe contener: propuesta para la participación en una línea de investigación reconocida por la Universidad, tutor responsable del Trabajo de Grado y cronograma, previo estudio y aprobación de esta, del respectivo Grupo de Investigación (Universidad de Pamplona (UPA), 2005).



9. Metodología

La presente investigación se enmarco en el tipo de investigación experimental, debido al uso de un diseño experimental con el cual se pretende obtener resultados a partir de la toma sistemática de información y prácticas agrícolas simultáneamente para determinar el crecimiento del acodo de punta terminal de la Mora uva (*R. floribundus*) en cada uno de los sustratos.

9.1.Zona de muestreo

Se estableció una investigación experimental en Chitagá, vereda el Carbón finca Santa Isabel. Donde la economía está sustentada por la agricultura, se usó el método de propagación asexual de acodo de punta terminal en mora uva. Se implementó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos cada uno de 50 repeticiones, constituidos por 1 testigo con la implementación del suelo presente en el cultivo utilizado anterior mente como material de propagación y 3 tratamientos con 3 diferentes tipos de sustrato para la propagación por acodo de punta con un total de 200 plantas expuestas a características edafoclimáticas de precipitación, velocidad del tiempo, temperatura media, máxima y mínima con 12 horas de luz solar diaria, con la presencia del rio Chitagá a 1 kilómetro de la plantación relieve del rio Chitagá, presentando un paisaje coluvio aluvial.

También se tuvo presente el análisis de laboratorio del suelo recalcando las características físicas y químicas determinantes para la definición de los sustratos que fueron usados en la investigación. Dando como resultado un suelo Franco arcillo arenoso con un ph característico de suelo ácido y un óptimo porcentaje de materia orgánica con una moderada presencia de macro y micronutrientes.



Tabla 2. Resultado del Análisis de suelo. Zona de Muestreo Finca Santa Isabel donde esta ubicación del cultivo en estudio (Laboratorio de suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS).

Textura	pH	Acidez	M.O	P disponible mg/kg	Boro mg/kg	Bases intercambiables cmol(+)/kg	Color
Arena:59,56	5,22	1,6	5,92%	1,552	0,0012	Ca	1,07
Limo: 9,19						Mg	0,21
Arcilla:31,25						Na	0,004785
						K	0,28

9.2.Material Vegetal de Estudio

La investigación se realizó con plantas provenientes de reproducción asexual en la vereda el Carbón, municipio de Chitagá. Como el cultivo de la Mora uva se caracteriza por un crecimiento tipo subfrútice por lo que para su producción se hace necesaria la obtención de nuevas plantas para el crecimiento del cultivo o renovación, con el fin de evaluar y establecer en qué tipo de sustrato crece y se desarrolla de manera óptima la nueva plántula de Mora uva (*R. floribundus*) es una planta ascendente de hasta 4 m, ramosa, tallo grueso y angular y diferentes tipos de ramas formando parte importante de cada uno de sus procesos fisiológicos seleccionando en específico las ramas vegetativas o machos con muchas espinas o en su estructura, hojas terminales cerradas por lo general no son productivas por lo que se le debe realizar la poda para poder estimular la producción de flor y frutos (Cancino et al., 2011).

Donde el sistema de acodamiento consiste en provocar la formación de raíces a la punta terminal de la rama vegetativa o macho unido aun a la planta madre, identificando la rama macho proveniente de la base de la planta madre, tierno y vigoroso con una longitud optima que



permita arquearla y así realizar el acodo enterrando la punta terminal de 6 a 8 centímetros dentro del sustrato establecido en bolsas con buenas condiciones de humedad, con la observación y toma de datos del crecimiento de la raíz cada 10 días y después de 60 días se cortara y evaluara la nueva planta entre 30 a 50 centímetros de la base de la bolsa (Arias, 2023).

9.3. Tipo de investigación

Esta investigación es experimental, debido a que hay observación activa del fenómeno, el investigador interviene activamente en la situación, crea las condiciones mediante el experimento, manipula variables e individuos y mide los efectos de esa manipulación en las unidades experimentales, selecciona los valores de la o las variables independientes, controla estrictamente las covariables o variables extrañas y realiza la aleatorización de los tratamientos a las unidades experimentales o viceversa. Son investigaciones poderosas para establecer relaciones de causa-efecto, siempre y cuando exista un estricto control de covariables.

9.4. Diseño Metodológico y Experimental.

Se empleó un Diseño Completo al azar (DCA) (Figura 6) con 4 tratamientos y 50 repeticiones por cada tratamiento, con un total 200 unidades experimentales (cada acodo es una repetición). Los resultados estadísticamente se determinarán usando un análisis de varianza siempre y cuando cumpla con los supuestos de normalidad (ANAVA) con un factor, con 5% de significancia. Si hay diferencias entre tratamientos se empleará una prueba de comparación de promedios de Tukey al 5% de probabilidad (Bustos et al., 2008).



9.5. Modelo estadístico

En este experimento hay igual número de réplicas por tratamiento, con una asignación aleatoria de los tratamientos a las unidades experimentales. El protocolo descrito por Hinkelman y Kempthorne (1994) citado por (Bustos et al., 2008):

El diseño de investigación es un diseño experimental completamente aleatorizado con arreglo factorial 3x2, con cinco repeticiones, en total se tienen N unidades experimentales (UE) homogéneas con r unidades experimentales por cada tratamiento t, distribuidas al azar. En total hay N unidades ($N=tr$).

9.6. Modelo lineal estadístico

Sean los factores:

A: Tipo de sustrato

B: Tiempo de medición (Semana)

El modelo lineal estadístico que describe cada observación en este experimento es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

Donde

Y_{ijk} = Valor de la respuesta en la unidad experimental k, en el nivel de sustrato i, en el nivel de tiempo de medición j, en la interacción de los niveles ij de sustrato y tiempo.



μ =Media General

A_i = Efecto del nivel i del sustrato

B_j = Efecto del nivel j del tiempo de medición

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el nivel i de sustrato y el nivel j del tiempo de medición.

e_{ijk} = Error Aleatorio asociado a Y_{ijk} .

9.6.1. Ventajas

Flexibilidad: Cualquier número de tratamientos y cualquier número de réplicas pueden ser usadas, siempre y cuando se tengan suficientes UE(Unidades experimentales) homogéneas.

Análisis Estadístico simple: el análisis estadístico es simple ya sea cuando todos los tratamientos tengan igual número de réplicas (balanceado), diferente número de réplicas (desbalanceado) o pérdida de datos, caso en el cual se trata como un análisis desbalanceado.

Máximo número de grados de libertad para el error: dados por la expresión $t(r - 1)$, que corresponden a dos fuentes de variación que son los tratamientos y el error.

Precisión: Es muy preciso si se tienen en cuenta UE homogéneas (Bustos et al., 2008).



9.6.2. Desventajas

Se puede obtener baja precisión cuando las unidades experimentales no sean muy homogéneas y así ser ineficiente.

Es recomendado cuando gran parte de las UE no respondan al tratamiento o puedan perderse durante el experimento.

Es útil en experimentos en los que el número de UE es limitado, ya que provee el máximo número de grados de libertad del error (Bustos et al., 2008).

9.7. ANOVA para el diseño completamente aleatorizado (DCA)

El objetivo es separar la variación total, es decir la variabilidad debida a los tratamientos y al error.

Cuando los tratamientos no dominan contribuyen igual o menos que el error, se concluye que las medias son iguales

Cuando los tratamientos predominan “claramente” sobre el error, es cuando se concluye que los tratamientos tienen efecto y las medias son diferentes (Bustos et al., 2008).



Figura 5. Esquema Representativo del Diseño Completamente al Azar (DCA).Fuente: Bustos et al. (2008).

Para el establecimiento de los 4 tipos de tratamientos de propagación por acodo de punta terminal se distribuyó por el cultivo escogido, usando bolsas plásticas de calibre 2 de manera que garanticen calidad y larga vida útil durante el tiempo establecido del estudio, evitando el deterioro o desgaste de las bolsas, estas con diámetros de 15cm y una altura de 20cm con capacidad aproximada de 2 kg de sustrato, previamente preparados. Teniendo características físicas y químicas para el adecuado desarrollo de los delicados órganos de la nueva planta Federación Nacional de Cacaoteros de Colombia (FEDECACAO, 2015).

Los tratamientos y su composición fueron los siguientes:

Tratamiento 1 (testigo): Compuesto 100% de suelo negro con textura franco arcillo arenosa del cultivo sin la participación de ningún otro tipo de suelo o sustrato evaluando así el recurso suelo con sus características físicas y químicas influyente en el desarrollo del acodo de punta presente en el cultivo de Mora uva y sirviendo como referente para la investigación ya que ayudara a determinar el impacto en el desarrollo de la planta en los diferentes sustratos utilizados.

Tratamiento 2: se mezcló para lograr la siguiente composición del sustrato: 75kg de suelo presente en el cultivo, 25kg de sustrato de coco estandarizado aportando nutrientes y



estructura al suelo, 1kg de cal dolomita para ayudar a interactuar el intercambio de bases presentes con una mezcla total de 101kg. Y por último la aplicación de un regulador fisiológico en polvo para espolvorear, ingrediente activo (Ácido Naftalenacetico), nombre comercial (Hormonagro1) estimulando su sistema radicular, funcionando como un activador enzimático. Adhiriendo en promedio 1g de polvo al acodo de punta comenzando una mayor actividad en la división celular, promueve la emisión de raíces, floración y fructificación y generando un estado latente de germinación en semillas (Chugchilan, 2011).

Tratamiento 3: se mezcló para lograr la siguiente composición del sustrato: 60kg de suelo presente en el cultivo, 25kg de sustrato de coco estandarizado aportando nutrientes y estructura al suelo, 15kg de cascarilla de arroz quemado para disminuir así el foco de *Fusarium* al estar cruda otorgando características físicas al sustrato, con baja tasa de descomposición, al ser liviano y de buen drenaje y aireación y por ultimo 1 kilo de cal dolomita ayudando a interactuar las bases intercambiables presentes con una mezcla total de 101kg. Teniendo en cuenta que en presencia de suelos francos si es el caso se puede variar los porcentajes de la mezcla para una mejor homogeneidad del sustrato, y evitar condiciones inadecuadas para las nuevas plántulas previendo un ataque de hongos (FEDECACAO 2015).

Tratamiento 4: se mezcló para lograr la siguiente composición del sustrato: 50kg de suelo presente en el cultivo, 30kg de Micorrizas que presenta una asociación de hongos y sustrato, proliferando su crecimiento y garantizando una mejor absorción de macro y micro nutrientes mejorando su desarrollo fisiológico, 20kg de cascarilla de arroz quemado y por ultimo 1k de cal dolomita garantizando el intercambio de bases presentes con una mezcla total de 101kg (Casco-Olivo, 2013).

Para la evaluación del crecimiento vegetativo de las plántulas de Mora uva (*R. floribundus*) en los diferentes tipos de sustratos se seleccionará 5 plantas al azar que se evaluaron a los 60 días después de establecida la siembra para la toma y recolección de datos de cada variable, necesarios para el análisis descriptivo y comparación de rendimientos (Cortes,Torres., 2024). Las variables dependientes serán:



Peso de Masa seca de raíces (g): se midió a los 60 días mediante observación y la toma de muestras solidas de las raíces ya desarrolladas por cada acodo terminal, se registrará para la tabulación de datos.

Longitud de la raíz (mm): Se verificará a los 60 días a los que se medirán para cada acodo de punta terminal con un flexómetro se sacará una relación media y se registra cada medición para la tabulación de datos.

Número de hojas: Se contaron, sacando una relación media de hojas por cada acodo terminal brotado, y luego se registrará los datos en una matriz en Excel.

Porcentaje de prendimiento (%): Se contaron el número de acodos de punta terminal por tratamiento prendidas, las que se divide por el total de unidades iniciales del tratamiento y el resultado se multiplica por cien, usando la fórmula siguiente: $Pp = \text{total acodos de punta prendidos} / \text{total de ramas macho al inicio} \times 100$.

Análisis estadístico: Se usó el paquete estadístico SPSS 26, a partir de datos recabados y organizados en una matriz organizada de Excel.

9.8. Análisis estadístico

Antes de proceder a realizar el análisis estadístico, se introdujo el análisis exploratorio de los datos (AED); se le llama así, ya que se realizó la exploración de ellos para comenzar a depurar la data, que tipo de datos hay, ¿Cuál es la distribución de las variables?, ¿Hay datos perdidos o los outliers? O que inconsistencias en los datos, hay desbalance en los datos, se detectan errores de registro de datos, procedentes de datos mal introducidos, respuestas que no se codificaron bien, se cumplen los supuestos que requieren las estadísticas y las técnicas estadísticas, antes de comenzar con el análisis definitivo de los datos.

Como primera parte del análisis estadístico se realizó un análisis descriptivo, mediante las estadísticas de resumen para las diferentes variables respuesta (dependientes) y figuras de



interés. Se utilizó la técnica del análisis de la varianza (ANDEVA) para evaluar los efectos de los diferentes sustratos o tratamientos en dos tiempos de medición (la sexta y octava semana).

En aquellos casos donde se encontró diferencias significativas desde el punto de vista estadístico, entre las medias o efectos, se aplicó una prueba estadística de comparaciones múltiples de medias de Tukey, con una probabilidad de error tipo I de 0,05. Antes de realizar los ANDEVA de las variables respuesta, se verificó, si estas variables seguían una distribución aproximada a la normal, para ello se aplicó la prueba de Shapiro- Wilk, y para analizar la presencia de homocedasticidad o igualdad de variancias entre tratamientos se aplicó la prueba de Levene.

En caso de no cumplirse los supuestos principales del ANDEVA se proceden a utilizar la estrategia de transformación de datos de las variables respuesta, mediante el logaritmo neperiano. Además, se muestran cuadros con las estadísticas de resumen antes y después de la transformación logarítmica.



10. Resultados y discusión

10.1. Pruebas de normalidad en las variables respuestas transformadas mediante el logaritmo NEPERIANO

Normalidad: es un supuesto requerido por los métodos de inferencia estadística paramétrica (estimación de parámetros y prueba de hipótesis), pero en realidad muchas variables se desvían de este supuesto porque muestran una distribución sesgada de datos que es muy diferente de una distribución normal. Se utilizaron la prueba de Shapiro-Wilk y los histogramas para determinar las desviaciones de la normalidad. Si hay una desviación de la normalidad, una opción es recurrir a la transformación de datos, mientras que cuando los métodos de normalidad no son posibles, se suelen utilizar métodos no paramétricos, que no requieren una distribución específica de los datos. Además, se utilizan para tamaños de muestra pequeños. En este estudio, dado que los datos de la composición química de la leche y las variables microbianas dependientes no son normales, se utilizará el logaritmo natural de las variables dependientes para la transformación, para realizar pruebas de hipótesis estadísticas apropiadas en el análisis de varianza (Debbie, 2017).

Homocedasticidad: A esto se le llama homogeneidad de varianzas y generalmente significa que la variable dependiente tiene igual o similar varianza en el valor o rango de la variable explicativa o variable predictora (variable independiente), es decir, la variable que constituye el tratamiento. Esta condición se aplica tanto a variables cuantitativas como cualitativas. Las razones de la varianza inconsistente incluyen la presencia de valores atípicos, la asimetría y la asimetría de la variable dependiente en cada conjunto de variables independientes, los tipos de variables independientes incluidas en el modelo ajustado y diferentes tamaños de muestra en los conjuntos de variables independientes. La prueba más utilizada es la prueba de Levene, que se utiliza en este estudio para aplicar modelos de efectos



fijos. Muchos estadísticos controlan esta heterogeneidad transformando los datos y aplicando la transformación más apropiada para el caso. (Debbie, 2017).

Tabla 3. Pruebas de normalidad para las variables transformadas por el logaritmo neperiano.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
NHT	0,128	40	0,098	0,948	40	0,051
PFRT	0,094	40	0,200*	0,981	40	0,713
PFTT	0,107	40	0,200*	0,958	40	0,146
PFHT	0,141	40	0,044	0,976	40	0,556
PSRT	0,221	40	0	0,908	40	0,023
PSTT	0,15	40	0,023	0,916	40	0,076
PSHT	0,144	40	0,037	0,971	40	0,394

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se realiza un análisis exploratorio para la demostrar si los datos son normales y rectificando cada uno de los datos para el uso adecuado del logaritmo Neperiano.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos para las variables dependientes transformadas por el logaritmo neperiano.

N		Media	Desviación estándar	Coeficiente de variación
Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	



Numero de hojas transformada (NHT)	40	2,143	0,12037	0,76128	35,5
Peso fresco raíz transformada (PFRT)	40	2,4969	0,11001	0,69578	27,9
Peso fresco tallo transformada (PFTT)	40	3,3367	0,06758	0,4274	12,8
Peso fresco hojas transformadas (PFHT)	40	2,681	0,09055	0,57268	21,4
Peso seco raíz transformada (PSRT)	40	1,0147	0,06857	0,4337	42,7
Peso seco tallo transformada (PSTT)	40	2,1511	0,06177	0,39069	18,2
Peso seco hoja transformada (PSHT)	40	1,6658	0,11273	0,71297	42,8
N válido (por lista)	40				

Se encontró que la media estadística de las 40 unidades experimentales evaluadas en cada uno de los datos de peso fresco recolectados con respecto al peso seco fue notablemente afectada las variables dependientes transformadas por el logaritmo neperiano.



Se usa grafica de caja para ver normalidad y rectificar.

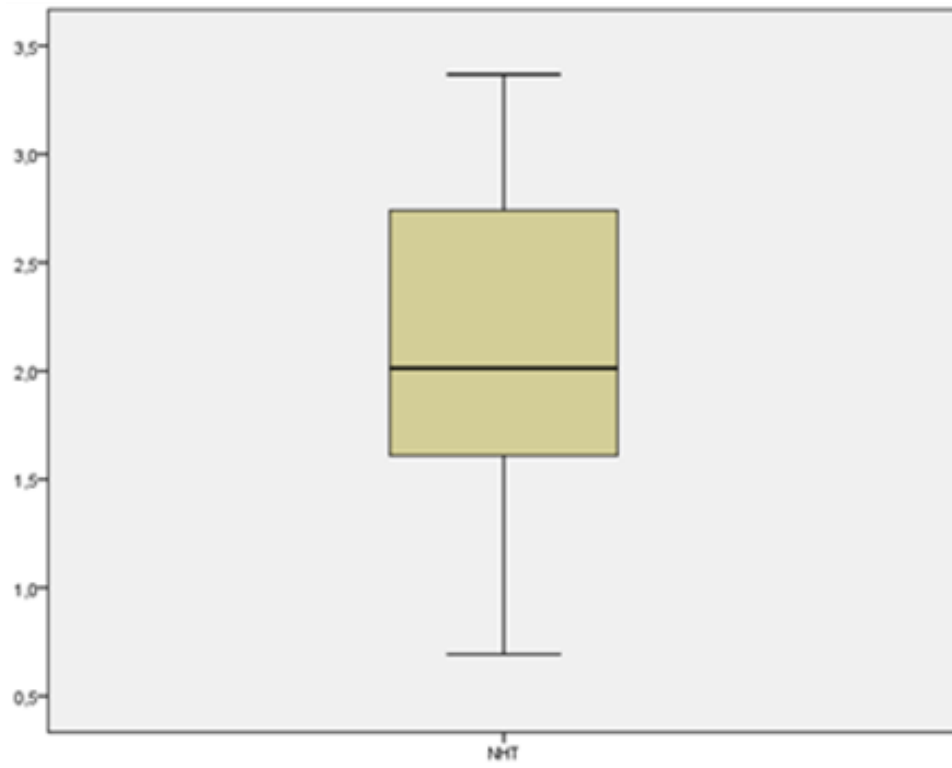


Figura 6. Gráfica de caja de la variable número total de hojas transformada por el logaritmo neperiano.

Los bigotes que sobre salen en cada uno de los extremos representan un 25% cada uno con un total del 50% y donde la línea del medio representa la media del número total de hojas, donde se encontró una gran significancia del otro 50% de la gráfica de caja

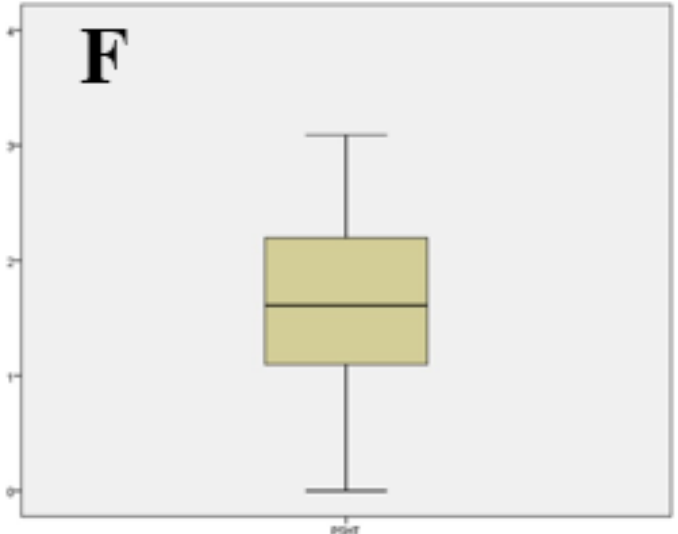
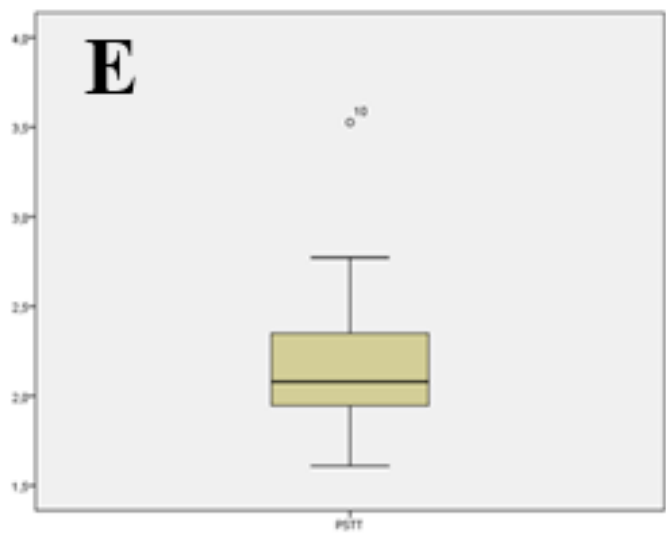
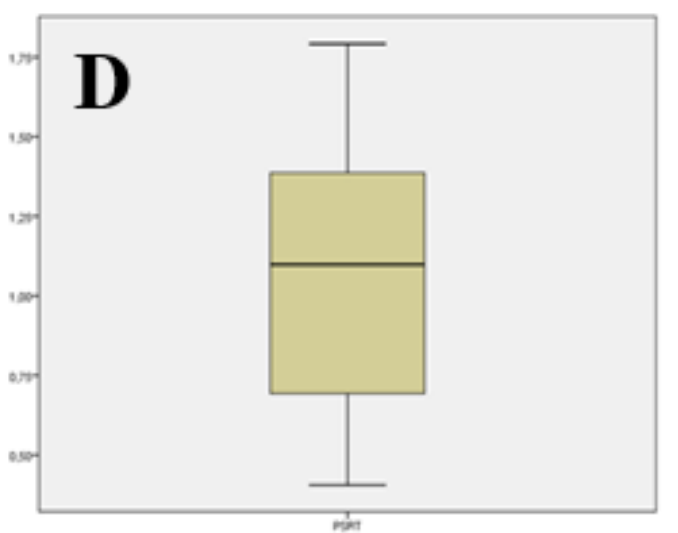
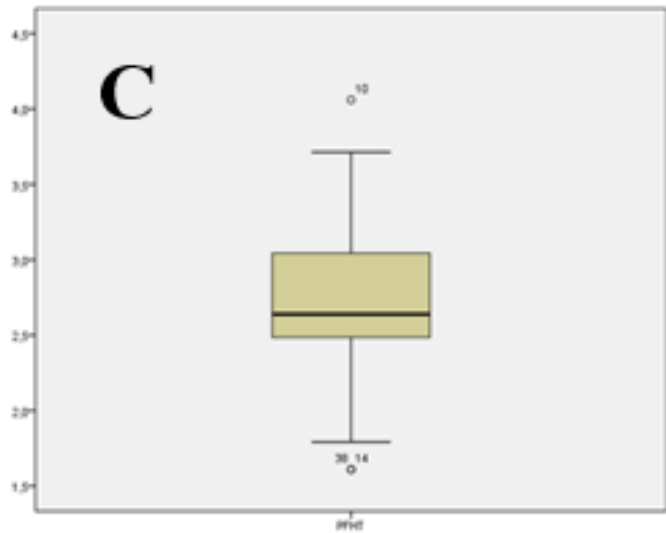
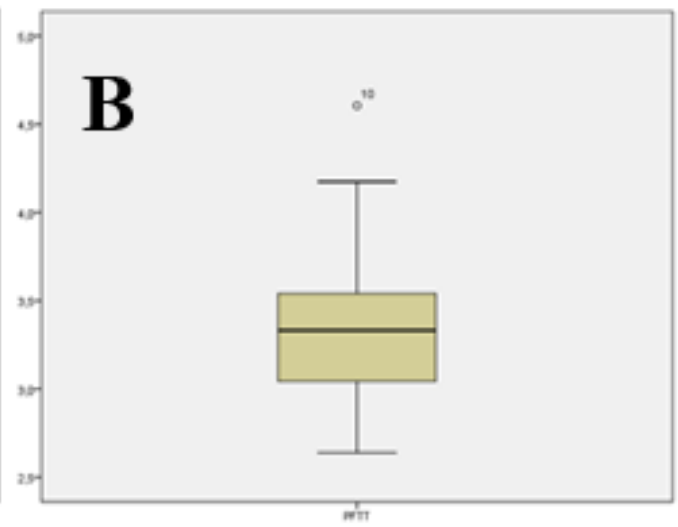
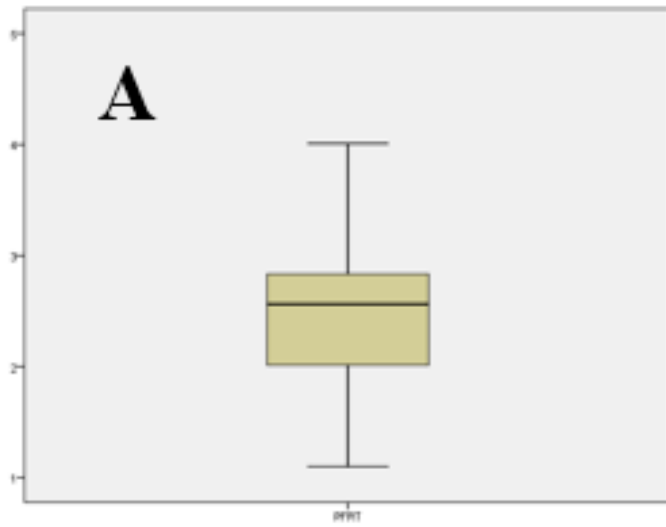




Figura 7. Peso fresco de la raíz transformada por el logaritmo neperiano (A), Peso fresco del tallo transformada por el logaritmo neperiano (B), Peso fresco de la hoja transformada por el logaritmo neperiano (C), Peso seco de la raíz transformada por el logaritmo neperiano (D), Peso seco del tallo transformada por el logaritmo neperiano (E), Peso seco de la hoja transformada por el logaritmo neperiano.

Se utilizó la gráfica de caja para ver la normalidad y rectificarla, y se observó que para el peso fresco de la raíz transformada por el logaritmo neperiano (Figura 8.A) se presenta una normalidad con respecto a la variable de datos transformados estando la media por encima del promedio, aproximadamente un 50%; en el peso fresco del tallo (Figura 8.B) se presentó inconsistencia en uno de los datos del peso fresco del tallo con respecto a la media normal de los datos, pero que fue recolectado dentro de una de las unidades experimentales, siendo así un dato real a tener en cuenta; en el peso fresco de la hoja (Figura 8.C) se presentó significancia en la recolección y transformación de datos, por la viabilidad de los datos recolectados en campo, lo que generó un promedio menor en el resultado de la gráfica de caja; en relación al peso seco de la raíz transformada por el logaritmo neperiano (Figura 8.D) se presentó una normalidad constante con respecto a la caja y la ubicación de la media en la verificación de la normalidad de los datos; en el peso seco del tallo (Figura 8.E) se encuentra significancia en la ubicación de la media con respecto al promedio de la gráfica de caja con datos normalizados y verificados; en el peso seco de la hoja (Figura 8.F) no se obtuvo una variable con significancia con respecto a la media, permaneciendo en el promedio normalizado al verificar los datos.



10.2. Prueba de Levene para la homogeneidad de las varianzas

Tabla 5. Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene para las mediciones en los tratamientos durante la sexta semana.

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Número de hojas transformadas (NHT)	0,774	3	16	0,525
Peso fresco de la raíz transformadas (PFRT)	2,534	3	16	0,094
Peso fresco del tallo transformadas (PFTT)	0,957	3	16	0,437
Peso fresco de las hojas transformadas (PFHT)	0,48	3	16	0,701
Peso seco de la raíz transformadas (PSRT)	1,94	3	16	0,164
Peso seco del tallo transformadas (PSTT)	1,039	3	16	0,402
Peso seco de las hojas transformadas (PSHT)	0,402	3	16	0,754
PESO SECO DE LA HOJA	2,711	3	16	0,08

a. SEMANA = 6

Se encuentra y se verifica homogeneidad en los datos recolectados con respecto al tiempo y varianza de los tratamientos establecidos.



Tabla 6. Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene para las mediciones en los tratamientos durante la octava semana.

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Número de hojas transformadas (NHT)	0,778	3	16	0,523
Peso fresco de la raíz transformadas (PFRT)	1,385	3	16	0,283
Peso fresco del tallo transformadas (PFTT)	0,446	3	16	0,723
Peso fresco de las hojas transformadas (PFHT)	1,784	3	16	0,191
Peso seco de la raíz transformadas (PSRT)	0,568	3	16	0,644
Peso seco del tallo transformadas (PSTT)	0,043	3	16	0,988
Peso seco de las hojas transformadas (PSHT)	2,344	3	16	0,112
PESO SECO DE LA HOJA	2,74	3	16	0,078

a. SEMANA = 8

Se encuentra y se verifica homogeneidad en los datos recolectados con respecto al tiempo y varianza de los tratamientos establecidos pero si un cambio significativo con respecto al número de semanas en que se fueron tomados los datos.



10.3. Variables respuestas

La variabilidad en las respuestas de las variables dependientes a los sustratos evaluados, resultó alta, como puede notarse en la tabla 7, mediante los valores e los coeficientes de variación, los que oscilaron en un rango de 50 a 80%. El número de hojas y el peso fresco de la raíz fueron las variables con mayores coeficientes e variación (73,1 y 71,2%, respectivamente).

Tabla 7. Estadísticos descriptivos para todas las variables respuesta no transformadas en todo el experimento

Variable	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar		
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Coeficiente de variación (%)
NÚMERO DE HOJAS	40	2	29	11,18	1,292	8,171	73,1
PESO FRESCO DE LA RAÍZ (g)	40	3	55	15,25	1,718	10,865	71,2
PESO FRESCO DEL TALLO (g)	40	14	100	31,05	2,58	16,316	52,5
PESO FRESCO DE HOJAS (g)	40	5	58	17,15	1,682	10,64	62
PESO SECO DE LA RAÍZ (g)	40	1	5	2,03	0,211	1,335	65,8
PESO SECO DEL TALLO (g)	40	5	34	9,38	0,783	4,949	52,8
PESO SECO DE LA HOJA	40	1	22	6,63	0,711	4,499	67,8
N válido (por lista)	40						



Las variaciones entre los porcentajes de cada uno de los datos evaluados, fueron por el estado fenológico de cada una de las ramas Machos propagadas por acodo terminal de punta, realizando una recolección destructiva de 40 unidades experimentales representando una submuestra del 20% del total de unidades experimentales establecidas, proporcionando así los datos suficientes sobre la eficiencia de cada uno de los tratamientos implementados.

Tabla 8. Estadísticos descriptivos de las variables respuesta para
TRATAMIENTO=1

	Número de Hojas	Peso Fresco de la Raíz (g)	Peso Fresco del Tallo (g)	Peso Fresco de Hojas (g)	Peso Seco de la Raíz (g)	Peso Seco del Tallo (g)	Peso Seco de la Hoja (g)
Coefficiente de variación %	47,3	44,898	53,804	47,354	65,655	45,141	67,507
N							
Válido	10	10	10	10	10	10	10
Perdidos	0	0	0	0	0	0	0
Media	17,1	10,8	29,2	18,9	1,6	8,5	6,7
Error estándar de la media	2,558	1,533	4,968	2,83	0,332	1,213	1,43
Desviación estándar	8,089	4,849	15,711	8,95	1,049	3,837	4,523
Mínimo	5	4	15	12	1	5	2
Máximo	29	17	65	41	3	16	18

a. TRATAMIENTO = 1

La tabla representa el testigo, que se constituye como referencia del experimento con respecto a los demás tratamientos, otorgando los datos estadísticos de 10 unidades experimentales recolectadas al azar en un bloque de 50 unidades experimentales. Tomando



como referencia de comparación los datos del peso fresco y el peso seco de la raíz logrando así una mejor definición de la eficacia de los demás tratamientos (Jimenez, 2018).

Tabla 9. Estadísticos descriptivos de las variables respuesta para TRATAMIENTO=2

	Número de Hojas	Peso Fresco de la Raíz (g)	Peso Fresco del Tallo (g)	Peso Fresco de Hojas (g)	Peso Seco de la Raíz (g)	Peso Seco del Tallo (g)	Peso Seco de la Hoja (g)
Coefficiente de variación %	68,772	53,603	62,46	73,058	57,37	70,203	70,453
N Válido	10	10	10	10	10	10	10
N Perdidos	0	0	0	0	0	0	0
Media	8,8	20,7	38,2	20,6	2,7	11,8	8,6
Error estándar de la media	1,914	3,509	7,545	4,759	0,49	2,62	1,916
Desviación estándar	6,052	11,096	23,86	15,05	1,549	8,284	6,059
Mínimo	3	5	17	7	1	6	2
Máximo	22	34	100	58	5	34	22

a. TRATAMIENTO = 2

En la tabla 9 se obtiene que el peso fresco y el peso seco de la raíz duplico los valores de la media en comparación de la media del tratamiento 1 (testigo) y su vez aumentando significativamente los valores de todos los datos recolectados. Obtenido por el cambio físico en la composición del sustrato y el cambio de la densidad y estructura del suelo observado en campo. Y su vez una mejor estimulación de las hormonas reguladoras de crecimiento presentes en las plantas estimulando la división células apicales y el desarrollo de la raíz (Montufar, 2014).



Tabla 10. Estadísticos descriptivos de las variables respuesta para
TRATAMIENTO=3

	Número de Hojas	Peso Fresco de la Raíz (g)	Peso Fresco del Tallo (g)	Peso Fresco de Hojas (g)	Peso Seco de la Raíz (g)	Peso Seco del Tallo (g)	Peso Seco de la Hoja (g)
Coefficiente de variación %	80,963	97,637	39,315	57,78	82,235	30,43	59,491
N							
Válido	10	10	10	10	10	10	10
Perdidos	0	0	0	0	0	0	0
Media	11,1	14,9	32,6	15	1,7	9,3	5,9
Error estándar de la media	2,842	4,601	4,053	2,741	0,442	0,895	1,11
Desviación estándar	8,987	14,548	12,817	8,667	1,398	2,83	3,51
Mínimo	2	5	18	5	1	6	1
Máximo	29	55	62	30	4	15	11

a. TRATAMIENTO = 3

No se encontró diferencias significativas en el peso seco de la raíz en la media del tratamiento 3 aumentando solo un 0,10 y una disminución significativa en los valores de la media de peso fresco y peso seco de la hoja siendo un factor fenológico importante que pudo haber afectado la reproducción de raíz con respecto a las medias del tratamiento 1 (testigo), resaltando que cada uno de los tratamientos obtendrá sus diferencias con respecto al tiempo y eficacia del sustrato establecido ni a la estimulación de las hormonas reguladoras de crecimiento presentes en el desarrollo fisiológico de los acodos (Montufar, 2014).



Tabla 11. Estadísticos descriptivos de las variables respuesta para TRATAMIENTO=4

	Número de Hojas	Peso Fresco de la Raíz (g)	Peso Fresco del Tallo (g)	Peso Fresco de Hojas (g)	Peso Seco de la Raíz (g)	Peso Seco del Tallo (g)	Peso Seco de la Hoja (g)
Coeficiente de variación %	89,779	67,664	31,396	62,141	57	28,278	63,547
N							
Válido	10	10	10	10	10	10	10
Perdidos	0	0	0	0	0	0	0
Media	7,7	14,6	24,2	14,1	2,1	7,9	5,3
Error estándar de la media	2,186	3,124	2,403	2,771	0,379	0,706	1,065
Desviación estándar	6,913	9,879	7,598	8,762	1,197	2,234	3,368
Mínimo	3	3	14	5	1	5	1
Máximo	26	35	35	36	5	12	13

a. TRATAMIENTO = 4

Se encontró que todos los valores de las medias del tratamiento 4 están por debajo de los valores de las medias de los tratamientos 1 (testigo), tratamiento 2 y tratamiento 3 con acepción de la media del peso seco de la raíz aumentando la media un 0,50 con respecto a la media del testigo y acercándose al valor más alto de la media de peso seco de la raíz obtenido en el tratamiento 2 con una diferencia de 0,60 diferencia influida por el sustrato utilizado otorgando un adecuado medio para el desarrollo de la raíz y la estimulación de las hormonas reguladoras de crecimiento encargadas del desarrollo y elongación de las raíces cuando la parte propagada de la planta entra en contacto con el estrés capaz de activas dichas hormonas como la auxina (Montufar, 2014).



10.4. Análisis de la varianza (ANDEVA) para las pruebas de hipótesis estadísticas de los efectos fijos inter-sujetos

La Tabla 12 muestra los resultados de las pruebas de hipótesis estadísticas correspondientes a factores fijos entre sujetos: tratamiento del sustrato, tiempo de medición y su interacción con el número de hojas. Los resultados mostraron que hubo una diferencia altamente significativa en el efecto del tratamiento del sustrato sobre el número de hojas ($P=0,032$). También muestra una diferencia significativa entre el número de plantas medido en la sexta y octava semana ($P=0.034$). Debido al período de medición de dos semanas, ANDEVA sólo se utiliza la prueba F.

Tabla 12. ANDEVA para las pruebas de efectos fijos inter-sujetos

Variable dependiente: Numero de hoja transformada (NHT)					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	9,612 ^a	11	0,874	1,883	0,086
Intersección	183,7	1	183,7	395,938	0
TRATAMIENTO	4,696	3	1,565	3,374	0,032
REPETICION	2,165	4	0,541	1,167	0,347
SEMANA	2,293	1	2,293	4,942	0,034



TRATAMIENTO * SEMANA	0,457	3	0,152	0,329	0,805
Error	12,991	28	0,464		
Total	206,302	40			
Total corregido	22,603	39			

- R al cuadrado = 0,425 (R al cuadrado ajustada = 0,199)
- ERROR ESTANDAR DE LA MEDIA=0,12037
- COEFICIENTE DE VARIACIÓN=35,5% esta alto por encima de 30 %.

Tabla 13. Comparación de medias de la variable número total de hojas mediante la prueba de Tukey.

HSD Tukey ^{a,b}			
Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
4	10	8 ^{bcd}	
2	10	9 ^{abc}	9 ^{abc}
3	10	11 ^{ab}	11 ^{ab}
1	10		17 ^a
Sig.		0,837	0,106

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se presentan las medias observadas. Valores de medias con alguna letra en común, no difieren significativamente ($p > 0,05$; Tukey). El término de error es la media cuadrática (Error) = ,464.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

b. Alfa = 0,05.



Debido a que el efecto del ANDEVA fue significativo en el ANDEVA, se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey, creando dos subconjuntos o dos conjuntos de medias. La mayor diferencia se presentó entre los valores promedio del número de hojas en el tratamiento 1 (17 hojas) y tratamiento 4 (8 hojas).

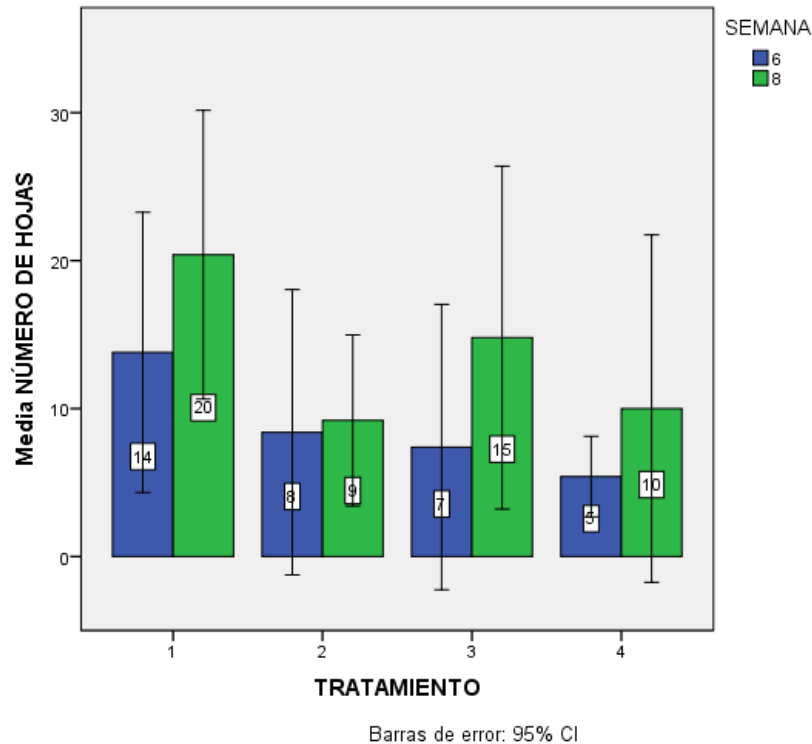


Figura 8. Gráfica de barras agrupadas donde se comparan las medias del número de hojas totales para cada sustrato utilizado o tratamiento, en la sexta y octava semana de medición.

La formación de Hojas en cada una de las unidades experimentales va en conjunto con la capacidad de las plantas de realizar la fotosíntesis y del proceso y transformación de gases presentes en nuestra atmosfera que interfieren directamente en la fisiología de las plantas estimulando el movimiento y aumentando la cantidad de Fitohormonas en las plantas capaces de regular el crecimiento Morfológico y Fisiológico promovidos por la luz y su transformación fotosintética obteniendo como respuesta un mayor número y desarrollo de hojas por el aumento de auxinas en el tallo (Cortés et al., 2014).



Tabla 14. ANDEVA para las pruebas de efectos fijos inter-sujetos

Origen	Sig. Peso fresco raíz transformado (PFRT)	Sig. Peso fresco del tallo transformado (PFTT)	Sig. Peso fresco de la hoja transformado (PFHT)	Sig. Peso seco raíz transformado (PSRT)	Sig. Peso seco del tallo transformado (PSTT)	Sig. Peso seco de la hoja transformado (PSHT)
Modelo corregido	0,422	0,472	0,544	0,791	0,72	0,547
Intersección	0	0	0	0	0	0
TRATAMIENTO	0,31	0,235	0,407	0,33	0,37	0,525
REPETICION	0,29	0,333	0,273	0,746	0,646	0,218
SEMANA	0,311	0,548	0,549	0,765	0,271	0,629
TRATAMIENTO * SEMANA	0,653	0,732	0,755	0,738	0,859	0,736
Coeficiente de variación	27,9 %	12,8 %	21,40 %	42,70 %	18,20 %	42,80 %

La Tabla 14 muestra los resultados de las pruebas de hipótesis estadísticas correspondientes a los factores fijos entre sujetos: tratamiento del sustrato, tiempo de medición y su interacción con el número de hojas. Se observó que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) en el efecto del tratamiento del sustrato, el tiempo de medición y su interacción en cada uno de los tratamientos sobre el peso fresco de las raíces, tallo, y hojas, donde las hormonas auxinas ubicadas en los ápices de las ramas se involucran rápidamente en el proceso fisiológico del desarrollo de la planta otorgando mayor peso y estructura a la raíz y su relación del peso fresco del tallo por donde son transportados cada uno de los elementos de Fitohormonas, nutrientes y agua que participan en el crecimiento y desarrollo fisiológico de las raíces en el acodo y sobre el peso fresco de las hojas se involucra la fotomorfogénesis refiriéndose a la transformación de reacciones fotoquímicas y fotosintéticas otorgando un mejor metabolismo en los acodos y generando un mayor desarrollo del número de hojas (Cortés et al., 2014).

Se muestra los resultados de las pruebas de hipótesis estadísticas correspondientes a los factores fijos entre sujetos: tratamiento del sustrato, tiempo de medición y su interacción con el número de hojas. Se observó que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) en el efecto del



tratamiento del sustrato, el tiempo de medición y su interacción en cada uno de los tratamientos sobre el peso seco de la raíz (Tabla 14). Las hormonas que se encuentran en diversos tejidos en constante división celular va asociada con la elongación y la aplicación de Giberelinas revirtiendo algunos problemas de crecimiento y conservando mejor las estructuras de los tejidos vegetales. El peso seco del tallo se vio diferenciado por los procesos de morfogénesis, inducido por citoquininas presente en los tallos, esto se presentó debido al cambio de estructura en el extremo del tallo y su capacidad de desarrollo, que genera un aumento en el rendimiento de altura y número de entrenudos. El peso seco de las hojas, está relacionada con el crecimiento y desarrollo de los entrenudos y hojas generadas luego de establecer cada una de las unidades experimentales de acodos, que se ven inducidos por las fitohormonas presentes que reaccionaron correctamente al detectar el estrés generado (Montufar, 2014).



11. Conclusiones

Al analizar la formación del sistema radicular en los acodos de punta terminal en los diferentes sustratos, se pudo evidenciar que los tratamientos 2, 3 y 4 presentaron mejor resultado en el desarrollo de la raíz obteniendo valores más altos con respecto al peso fresco y peso seco de las medias en comparación del tratamiento 1 (testigo).

Cada uno de los tratamientos y unidades experimentales respondieron adecuadamente a la metodología propuesta y desarrollada bajo este estudio, lo cual la hace promisoría y apropiada para propagar masivamente estos acodos en la región de Chitagá y Pamplona Norte de Santander. Sin embargo al comparar los niveles de significancia de la variable número de hojas, se pudo observar que el tratamiento 2 fue el mejor sustrato donde se desarrolló y adaptó el acodo terminal de punta con mejor anclaje, vigor morfológico y fisiológico donde se desarrolló en óptimas condiciones duplicando todas las medias con respecto al tratamiento 1 (testigo)



12. Referencias bibliográficas

- Alcantara-Cortes, J. S., Acero Godoy, J., Alcántara Cortés, J. D., & Sánchez Mora, R. M. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17(32), 109-129.
- Arias Morales, A. B. (2023). *Efecto de la hormona Agrodel en la propagación asexual de la mora de castilla (Rubus glaucus Benth)* (Bachelor's thesis).
- Agronet. (2024). Estadísticas. Recuperado de: <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>}}
- Bernal Estrada, J. A., Gallego Duque, J. L., Rodríguez Osorio, J. E., Guevara Monroy, N., & Londoño, M. (1996). *Agronomía del cultivo de la mora*.
- Bussmann R. & D. Sharon. (2007). *Plants of the tour winds- The magic and medicinal flora of Peru*. Editorial Graficart, Trujillo-Perú..
- Bustos, A., Caicedo, D. R., & Cantor, F. (2008). ANDEVA para diseño completamente al azar (DCA). *Revista Facultad de ciencias básicas*, 4(1-2), 143-148.
- Bolaños Benavides, M. M., Cardona, W. A., García Muñoz, M. C., Zapata Narváez, Y. A., Beltrán Acosta, C. R., Vásquez Romero, R. E., ... & López Melo, D. A. (2020). *Mora (Rubus glaucus Benth.): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca*.
- Cuestas Velóz, T. N. (2018). *Evaluación de plántulas de mora de castilla (Rubus glaucus beth) propagadas mediante multiplicación in vitro utilizando dos tipos de citoquininas en tres dosis* (Bachelor's thesis, Guaranda. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Aropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Ingeniería Agronómica).
- Cancino-Escalante, G. O., García, E. Q., Villamizar, C. E., & Carvajal, C. D. (2015). *Propagación in vitro de materiales seleccionados de Rubus glaucus Benth (mora de*



- Castilla) en la provincia de Pamplona, región nororiental de Colombia. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 17(2), 7-15.
- Colombiano, C. E. (1997). Instituto colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC). Primera actualización del, 25.
- Casco Olivo, D. W. (2013). Evaluación del desarrollo de estacas de mora de castilla (*rubusglaucus b*) con tres tipos de sustratos en las cuatro fases lunares en el cantón chillanes (Bachelor's thesis, Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería Agronómica).
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (2016). Plan estratégico de ciencia tecnología e innovación del sector agropecuario colombiano (2017-2027).
- Cortes Avila, J., & Torres, L. M. Evaluación del desarrollo vegetativo plantas de cacao (*Theobroma cacao*) sometidas a diferentes tipos de sustratos.
- Cancino-Escalante, G. O., Sánchez-Montaña, L. R., Quevedo-García, E., & Díaz-Carvajal, C. (2011). Caracterización fenotípica de accesiones de especies de *Rubus* L. de los municipios de Pamplona y Chitagá, región Nororiental de Colombia. *Universitas Scientiarum*, 16(3), 219-233.
- Castillo V, H, Albán C J, & Castañeda R. (2019). Importancia cultural de la flora silvestre de la provincia de Cajabamba, Cajamarca, Perú. *Arnaldoa* 26 (3): 1047-1074. ISSN: 2413-3299 (edición online).<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26313>.
- Chugchilan Toaquiza, N. (2011). Niveles de ácido naftalen acetico (ANA) y ácido indol butírico en la propagación vegetativa de mora (*Rubus glaucus Benth.*
- Castrillón, C L R (2020). Guía ilustrada de especies vegetales con interés de conservación del bosque húmedo montano bajo, en la cuenca media de la quebrada Manizales, ciudad de Manizales, Caldas. Trabajo de grado para optar por el título de Administradora Ambiental y de los Recursos Naturales. Universidad Santo Tomás, Vicerrectoría de Universidad Abierta y a Distancia, Administración Ambiental y de los Recursos Naturales, Facultad de Ciencias y Tecnologías, Manizales.



- Cuasatar, M., & Mauricio, K. (2024). Evaluación de enraízantes orgánicos en la propagación asexual de mora de castilla (*Rubus glaucus*) en la provincia del Carchi. UPEC.
- Cotes Prado, A. M., Zapata Narváez, J. A., Uribe Gutiérrez, L. A., Díaz García, A., Villamizar Rivero, L. F., Gómez Álvarez, M. I., ... & Macías, A. (2013). Desarrollo de prototipos de bioplaguicida a base de *Rhodotorula glutinis* LvCo7 para el control de Botrytis cinerea en cultivos de mora.
- Cabezas-Gutiérrez, M., & Zambrano, E. M. (2002). La forma de tutorado y las distancias de siembra afectan el rendimiento y la calidad de la fruta en mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth).Díaz Jiménez, A. L., Galindo Álvarez, J. R., Rivero Cruz, M. R., & Leiva, L. C. (2011). Manejo fitosanitario del cultivo de la mora (*Rubus glaucus* Benth): medidas para la temporada invernal.
- Cortés Terrezas, A., Mejía Carranza, J., Vázquez García, L. M., & Rubí Arriaga, M. COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN ESTACAS DE RAÍZ Y BROTES ETIOLADOS DE FRAMBUESO (*Rubus idaeus* L.) VARIEDAD AUTUMN BLISS.
- Debbie, H-V. 2017. Applied Multivariate statistical Concepts. Routledge. Taylor & Francis. New York and London.
- De Santander, G. D. N. (2020). Plan departamental de extensión agropecuaria PDEA Norte de Santander.
- Darrow, G.M. (1952) *Rubus glaucus*. The Andes blackberry of Central America and Northern South America. *Ceiba* vol. 3, p. 97–100.Díaz-Espinosa A.M., Díaz-Triana J.E & Vargas O. (eds). (2012). Catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá. Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional de Colombia y Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá, D.C., Colombia. 248.
- DE LA MORA, P. D. C (2012). Centro de Investigación La Selva Rionegro Antioquia.
- ESPINOSA, N. (2016) Variabilidad morfológica de variedades nativas de mora (*Rubus* sp.) en los Andes de Colombia Morphological variability of wild blackberry (*Rubus* sp.) cultivars in the Andes of Colombia.



- Enciso, B.E. & Gómez, C. (2004). Comparación de las respuestas de cuatro cultivares de mora (*Rubus* sp.) a las variaciones del factor luz. *Agronomía colombiana*, vol. 22 no. 1. p. 46–52.
- Franco, G., Bernal Estrada, J. A., Díaz Díez, C. A., Tamayo Vélez, Á., Tamayo Molano, P. J., Orrego, C. E.,... & Cotes Prada, A. M. (2020). Tecnología para el cultivo de la mora (*Rubus glaucus* Benth.).
- FEDECACAO., (2015). Guía Técnica para el Cultivo del Cacao Sexta Edición, Fondo Nacional del Cacao, Bogotá D.C., Colombia 2015.
- FAO. (2017). Food and Agriculture Organization. Faostat. Recuperado de: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>.
- Francor, G. (2001). *El cultivo de la mora*. Pereira.
- Galleta, G. J., & Himetrick, D. (eds). (1990). Small Fruit Crop Management. New Jersey. Prentice Hall Career and Technology, 602 p.
- Henao, E. R., Moreno, D. L. C., Zapata, P. A., Benavides, M. M. B., & Laverde, A. J (2019). Prácticas de manejo sostenible para el cultivo de mora.
- Hartmann, HT (2014). Propagación de plantas de Hartmann & Kester: principios y prácticas.
- IBM Corp. Released 2015, IBM SPSS Statistics for Windows, versión 23:0 Armonk, NY: IBM Corp.
- Instituto Colombiano Agropecuario y MinAgricultura (2020). RESOLUCION No. 0780006, Gov.co. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de <https://www.ica.gov.co/getattachment/56d15d28b186498ebc077a6fcf65fb2c/2020R78006.aspx>.
- Ibáñez-Calero S L & Loayza A K E. (2019). Búsqueda de especies antioxidantes con actividades fotoprotectoras en el valle de zongo (Bolivia). *Investigación & desarrollo*, 19, 1: 25 – 42. ISSN 2518-4431.



- Jiménez Sánchez, C. F. (2018). *Evaluación de sustratos orgánicos con la aplicación de Trichotic para la obtención de plantas de mora (Rubus glaucus Benth)* (Bachelor's thesis).
- León, H. (2023). Efecto antibacteriano in vitro del extracto etanólico de hojas de *Rubus floribundus* “mora silvestre” sobre *Staphylococcus aureus*. Tesis para optar el título profesional de químico farmacéutico facultad de ciencias de la salud, Escuela profesional de farmacia y bioquímica, Universidad Católica los Ángeles Chimbote, Trujillo – Perú.
- MADR, & DANE. (2013). El cultivo de la mora de Castilla (*Rubus glucus Benth*) frutal de clima frío moderado, con propiedades curativas para la salud humana. Boletín Mensual: Insumos Y Factores Asociados a La Producción Agropecuaria, 327.
- Meneses Ospina, E., & Guarín, J. H. (2011). Evaluación de materiales de propagación de mora, en Antioquia y eje cafetero, como mecanismo de dispersión de perla de tierra.
- Moreno Terán, H. L. (2012). *Evaluación de la altura optima de poda de formación en el cultivo de mora de castilla (Rubus glaucus bent), en el cantón Pimampiro, provincia de Imbabura* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2012).
- Moreno, B. L., & Deaquiz Oyola, Y. A. (2016). Caracterización de parámetros fisicoquímicos en frutos de mora (*Rubus alpinus Macfad*). *Acta Agronómica*, 65(2), 130-136.
- Montufar Florez, J. (2014). Enraízamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus Glaucus Benth*), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero, Arequipa 2012.
- Orozco-Rodríguez, R., Flores-Mora, D., & Argüello-Delgado, F. (2011). Efecto de diferentes tipos de propagación en el rendimiento de mora Vino (*Rubus adenotrichus*). *agronomía mesoamericana*, 22(1), 91-97.
- Obando, H. (2003). Descripción y evolución del cultivo de la mora en Costa Rica. En: Memoria Foro- Taller Nacional sobre el cultivo de la mora (*Rubus spp*). Instituto Tecnológico de Costa Rica – Centro de información Tecnológica. El Empalme, San José de Costa Rica. 71 p.



- Pérez Rodríguez, M. J. (2007). Efecto de cuatro substratos en el endurecimiento de vitroplantas de mora (*Rubus glaucus* benth) variedad risaralda, en el municipio de Las Sabanas, departamento de Madriz (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Roveda, G., Díaz, C., Tamayo, Á., Navas, G., Cabra, L., & Peñaranda, A. 3. PROPAGACIÓN.
- Rojas González, S., García, J., Alarcón Rojas, M., Escobar, C. J., Cipagauta, M., Solarte, H., ... & Cadena, F. (2004). Propagación asexual de plantas: conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas. Corporación colombiana de investigación agropecuaria-AGROSAVIA.
- Rodríguez-Bautista, G., Segura- Ledezma, S.D., Cruz-Izquierdo, S., J. López-Medina, J., Cruz-Huerta J N, y Valenzuela- Nuñez, L. M. (2021). caracterización eco-climática de especies silvestres de *Rubus* Subgenus *Eubatus* en México. *Polibotánica*, 52: 103-116. ISSN electrónico: 2395-9525.
- Romoleroux, K., E. Bastidas-León & D. Espinel-Ortiz. (2018). Guía de moras del Ecuador. Quito: Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Rodríguez, J. E., Giraldo, M. J., & Franco, G. (2018). Las podas en el cultivo de mora.
- Salguero Aguila, M. F. (2018). Efecto de diferentes tipos de sustratos y contenedores en el desarrollo del cultivo de mora (*Rubus glaucus*) (Bachelor's thesis).
- SIOC. (2020). Cadena productiva de la mora.
- Siembra (2015). Plataforma de información para la gestión del conocimiento en Ciencia, Tecnología e Innovación, (CTI) del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria, (SNIA). Recuperado de: <https://www.siembra.co/HomeNew>.
- Universidad de Pamplona. (2005). ACUERDO No.186. https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portaIG/home_171/recursos/general/18042017/reglamento_estudiantil.pdf
- Valencia, A. I., Abaunza, S. O., Cuestas, M., Bareño, N. F., Escobar Torres, C. H. (2010). ACUERDO DE COMPETITIVIDAD PARA LA CADENA PRODUCTIVA DE LA MORA EN COLOMBIA. Gov.co. Recuperado el 22 de mayo de 2024, de



<https://sioc.minagricultura.gov.co/Mora/Normatividad/D.C.%20%20Acuerdo%20Competitividad.pdf>

YANES, C. V., Orozco, A. L. M. A., Rojas, M. A. R. I. A. N. A., Sánchez, M., & CERVANTES, V. (1997). La reproducción de las plantas: semillas y meristemos. México: FCE.

Zamorano, A., Morillo, A.C., Morillo C.Y., Vásquez, H. & Muñoz, J.E. (2007). Caracterización morfológica de mora en los departamentos de Valle del Cauca, Cauca y Nariño, de Colombia. *Acta Agronómica*, vol. 56 no. 2, p. 1–10.

Zumba Briones, J. A. (2022). *Manejo agro-técnico del cultivo de mora de castilla (Rubus glaucus), en la sierra ecuatoriana* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2022).

Anexos

1. Preparación de los sustratos



Anexo 1. Técnica descompactación del sustrato de coco prensado



Anexo 2. Materiales y herramientas para la preparación de los diferentes sustratos



Anexo 3. Materiales necesarios para la preparación de los sustratos.



Anexo 4. Suelo usado para el tratamiento Testigo.



Anexo 5. Bolsas de semillero calibre N° 2



Anexo 6. Tijeras para Poda



Anexo 7. Preparación y mezcla del tratamiento 1 (60% suelo, 25% sustrato de coco, 15% cascarilla de arroz quemada, 1% cal Agrícola)



Anexo 8. Preparación y mezcla del tratamiento 2 (75% suelo, 25% sustrato de coco, 1% cal Agrícola)



Anexo 9. Preparación y mezcla del tratamiento 3 (50% suelo, 30% Micorrizas, 20% Cascarilla de Arroz quemada, 1% cal Agrícola)



Anexo 10. Tratamiento 4 (Testigo 100% suelo)



Anexo 11. Preparacion para propagación por acodo de punta

2. Tipos de ramas en Mora uva



Anexo 12. Rama hembra con crecimiento lateral



Anexo 13. Rama Macho con crecimiento ascendente



Anexo 14. Ramas Rabo de ratón con crecimiento descendente

3. Técnica de establecimiento del acodo terminal de punta

1. Identificación rama macho.
2. Desenredar y habilitar la rama macho.
3. Medir ubicación de la bolsa dependiendo de la distancia de la rama macho.
4. Establecimiento de la bolsa con la estaca de seguridad.
5. Apertura de orificio en el centro del sustrato.
6. Poda de hojas cercanas al cogollo.
7. Introducción de la rama al orificio hecho anteriormente en el sustrato.
8. Ajuste del sustrato para anclaje de la rama.
9. Amarre seguro de la rama a la estaca.



Anexo 15. Procedimiento de establecimiento del acodo de punta



Anexo 16. Acodos terminal de punta establecidos en cada uno de los sustratos

4. Toma de sub-muestras para recolección de Datos de Peso Fresco y Peso Seco



Anexo 17. Muestreo de datos para toma de peso fresco de hojas



Anexo 18. Muestreo de datos para toma de peso fresco del tallo



Anexo 19. Muestreo de datos para toma de peso fresco de la raíz



Anexo 20. Muestras recolectadas en horno a 45° constantes durante 3 días para la obtención de peso seco de hojas, tallo y raíz.

5. Corte y recolección de Acodos de Mora-Uva



Anexo 21. Corte del acodo de punta a 50cm de la bolsa



Anexo 22. Acodos obtenidas con nuevos brotes proveniente de las raíces desarrolladas en los medios de los sustratos



Anexo 23. Recoleccion y transporte de las plantulas obtenidas luego de 8 semanas de investigacion