

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE BABACO (*Carica pentagona hillb*) MEDIANTE ESTACAS INDUCIDAS EN TRES SUSTANCIAS ENRAIZANTES.”

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

VICENTE ALFONSO ERAZO SORIA

TUTOR:

Ing. Wilfrido Yáñez

Cevallos – 2018

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El suscrito, VICENTE ALFONSO ERAZO SORIA portador de la cédula de identidad número: 180428223-2, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado “PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE BABACO (*Carica pentagona hilb*) MEDIANTE ESTACAS INDUCIDAS EN TRES SUSTANCIAS ENRAIZANTES.” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mí sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

VICENTE ALFONSO ERAZO SORIA

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE BABACO (*Carica pentagona hilt*) MEDIANTE ESTACAS INDUCIDAS EN TRES SUSTANCIAS ENRAIZANTES.” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

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

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

VICENTE ALFONSO ERAZO SORIA

“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE BABACO (*Carica pentagona* hilb) MEDIANTE ESTACAS INDUCIDAS EN TRES SUSTANCIAS ENRAIZANTES.”

REVISADO POR:

.....
Ing. Wilfrido Yáñez

TUTOR

.....
Ing. Rita Santamaría

BIOMETRISTA

.....
Ing. Pedro Pablo Pomboza

REDACTOR TÉCNICA

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ingeniería Agronómica, que fue mi segundo hogar en el cual me formaron académica y personal para llegar a ser un profesional útil para la sociedad.

Un sincero agradecimiento al Ing. Wilfrido Yáñez, quien con sus acertados consejos, permitió desarrollar y llevar a un feliz término el presente trabajo de investigación.

El agradecimiento indeleble por sus excelentes asesorías a los Ing. Mg. Rita Santana, Asesora de Biometría; Ing. Pedro Pablo Pomboza, Asesor de Redacción Técnica.

Al Ing. M.Sc. Luciano Valle por sus acertadas sugerencias en la parte estadística de este trabajo de investigación.

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso que me ha brindado la vida, me ha dado fuerzas y me ha guiado por este sendero hasta llegar a ser Ingeniero Agrónomo.

A mis queridos padres Vicente y Felicidad por el apoyo y amor que me brindan, además de las enseñanzas de vida recibidas de su parte.

A mi querido hijo Alfonso Nicolás que se encuentra en el coro de los Ángeles para que tenga presente que le extraño mucho y que siempre le llevo en mi corazón.

Al amor de mi vida, mi esposa Josselyn quien lleva en su vientre a las dos joyas más preciadas que me ha regalado Dios.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	VII
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	3
REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO	3
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	3
2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL	6
CAPÍTULO III.....	8
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	8
3.1. HIPÓTESIS	8
3.2. OBJETIVOS.....	8
CAPÍTULO IV	9
MATERIALES Y MÉTODOS	9
4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	9
4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR.....	9
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES	10
4.4. FACTORES EN ESTUDIO	10
4.5. TRATAMIENTOS.....	11
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	11
4.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	12
CAPÍTULO V.....	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
CAPÍTULO VI.....	18
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	18
6.1. CONCLUSIONES.....	18
6.2. BIBLIOGRAFÍA.....	19
6.3. ANEXOS.....	22
CAPÍTULO VII	25
PROPUESTA	25
7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	25

7.3.	JUSTIFICACIÓN	25
7.4.	OBJETIVOS.....	26
7.5.	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	26
7.6.	FUNDAMENTACIÓN	26
7.7.	METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO.....	26
7.8.	ADMINISTRACIÓN.....	27

RESUMEN

El babaco (*Carica pentagona hilt*) es una especie originaria de las zonas andinas de Ecuador y Colombia, es un cultivo muy rentable y con grandes proyecciones para la exportación. En el presente estudio tuvo como objetivo evaluar tres sustancias naturales en tres dosis diferentes para el enraizamiento de estacas de babaco, las sustancias enraizantes fueron agua de coco, cristales de sábila y extracto de sauge, en dosis de 5%, 10% y 15% cada una. Se midieron cuatro variables: número de días a la primera brotación, número de brotes, volumen radicular y porcentaje de supervivencia. El número de días a la primera brotación, número de brotes y % de supervivencia fueron medidos con observación directa mientras que para el volumen radicular se utilizó el método de Arquímedes. Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, en un arreglo factorial 3x3+1 con tres repeticiones. Para la comparación de promedios se utilizó la prueba de TUKEY al 5%. El agua de coco fue la sustancia que mejor se comportó como enraizante en las estacas de babaco, siendo el agua de coco al 15% el mejor tratamiento; los primeros brotes aparecieron a los (30,13) días de instaurado el ensayo, el número promedio de brotes fue de (2,43), el volumen radicular fue (12,67) mm, y el porcentaje de supervivencia fue del (100%).

Palabras clave: Babaco, sustancias enraizantes, agua de coco, Arquímedes

SUMMARY

The babaco (*Carica pentagona* Hilb) is a species native to the Andean zones of Ecuador and Colombia, it is a very profitable crop with great projections for export. In the present study, the objective was to evaluate three natural substances in three different doses for the rooting of babaco cuttings, the rooting substances were coconut water, aloe crystals and willow extract, in doses of 5%, 10% and 15% each. Four variables were measured: number of days at first sprouting, number of shoots, root volume and percentage of survival. The number of days at the first sprouting, number of shoots and % survival were measured with direct observation while for the root volume was used in Archimedes method. A completely randomized block design was used in a 3x3 + 1 factorial arrangement with three repetitions. For the comparison of averages, the 5% TUKEY test was used. Coconut water was the substance that best behaved as a rooting agent in the babaco stakes, with coconut water at 15% being the best treatment; the first outbreaks appeared at (30.13) days, the trial was established, the average number of outbreaks was (2.43), the root volume was (12.67) mm, and the survival percentage was (100 %).

Keywords: Babaco, rooting substances, coconut water, Archimedes

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Con respecto al babaco (*Carica pentágona Hilb*), Escobar (2012) menciona que es una especie perteneciente a la familia de las caricáceas, es un híbrido natural proveniente de las especies *Carica stipulata H. (toronche)* y *Carica pubescens L. (chamburo)*, originario de las zonas andinas del Ecuador y Colombia. Esta especie es cultivada en zonas donde no hay fuertes vientos o heladas.

Corroborando esta información, Jacome (2011) menciona que el babaco (*Carica pentagona Hilb*) es un frutal nativo del Ecuador, es un híbrido natural estéril, razón por la cual, la única forma de propagación es vegetativa y en especial por estacas, razón por la cual es necesario la utilización de técnicas en las cuales se desarrolle la capacidad de enraizamiento, para así poder contar con un gran número de plantas de buena calidad y gran vigor.

El mismo autor menciona que en el Ecuador el cultivo de babaco está localizado al aire libre en los valles de la región interandina, en las provincias de Imbabura (Atuntaqui, Peguche y Otavalo), Pichincha (Tumbaco, San Antonio de Pichincha, San José de Minas y Guayllabamba), Tungurahua (Patate, Baños y Pelileo), Chimborazo (Penipe, Pallatanga y Huigra), Azuay (Valle de Cuenca, Paute y Gualaceo) y Loja (Malacatos, Loja y Vilcabamba). Con la introducción del cultivo bajo invernadero, el babaco se puede cultivar en todo el callejón interandino de la sierra ecuatoriana, en altitudes que oscilan entre los 2.400 a 3.200 m.s.n.m. El mismo autor señala que las prácticas agronómicas contemporáneas proporcionan a los agricultores una amplia gama de productos y métodos para mejorar el sector agrícola, sin embargo, el uso exagerado e inadecuado de productos químicos son los agentes que causan problemas irremediables en el medio ambiente.

Con respecto a la propagación del babaco, Robles, Herrera, & Torres (2016) indican que es asexual, dado que no produce semillas. Se utilizan partes de las plantas, tales como brotes tiernos, estacas o por injertos, dando lugar a típicos problemas fitopatológicos y a la degeneración de la especie.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Con respecto a la propagación vegetativa utilizando sustancias de origen natural investigaciones preliminares indican que:

Perez, Rodriguez, & Manta (2002) en su trabajo realizado en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima - Perú, en la investigación de título: “Dendrología y propagación vegetativa de *Acacia horrida* "huaranguillo" mediante estacas inducidas en tres sustancias enraizantes, usando tres sustratos” alegan que en la propagación vegetativa de *Acacia horrida* (leguminosa), se empleó tres enraizantes: miel de abeja, agua de coco y ácido indol butírico (AIB), a tres concentraciones diferentes cada una, empleando tres sustratos diferentes conformados por humus, tierra agrícola y arena. Llegando a la conclusión que el enraizante que produjo el mayor número promedio de estacas prendidas fue el agua de coco, seguido por el AIB y por último la miel de abeja.

Por otro lado, Montenegro (2015) en su trabajo “Evaluación de tres enraizantes en el cultivo de *Lotus corniculatus*” realizado Carchi-Ecuador, utilizó agua de coco y miel de abeja a diferentes concentraciones, los resultados indican que con una concentración de agua de coco maduro al 5% y miel de abeja al 1% se obtuvieron los mejores resultados y el mayor número de plantas prendidas aún por encima del enraizante comercial hormonagro.

Giraldo, Ríos, & Polanco (2009) en su trabajo realizado en Colombia, en la investigación de título: Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos. Encontraron el grosor y abundancia de raíces variaron entre tratamientos. Las raíces de las estacas tratadas con el enraizador

químico fueron más abundantes y delgadas. Mientras, que las estacas tratadas con cristal de sábila tuvieron sus raíces más gruesas y menos densas. El exceso de humedad del sustrato afectó negativamente la tasa de crecimiento y desarrollo de raíces, evidenciado por la reducción en peso seco entre un muestreo, a la vez que propicia el ataque de hongos y bacterias, lo cual influye finalmente sobre el desarrollo radicular de la planta. *Salix humboldtiana* presentó mayor tolerancia a las condiciones de encharcamiento por lo que puede considerarse una especie importante en la recuperación de suelos con mal drenaje. La mortalidad no estuvo relacionada con los tratamientos ni con las especies sino con las condiciones ambientales y exceso de humedad en el sustrato de siembra. Por esta razón, es necesario profundizar en la investigación de éstas especies en diferentes condiciones ambientales a fin de determinar los factores limitantes en el enraizamiento de estacas.

Por otro lado, García, Hernández, Ramos, & González (2014) en su investigación titulada: Modificación a la metodología de la propagación acelerada de *Psidium guajaba* (guayaba) por segmentos de estacas utilizando del extracto de Aloe vera, realizada en la Universidad Pinar del Río en Cuba. Reportaron que con la metodología que ellos siguieron un 80% de plantas de Guayaba están listas para la siembra de 4 a 6 semanas después de darles el tratamiento a los esquejes. Esta tecnología se está aplicando en la Biofábrica de Pinar del Río, la Empresa de Cítricos Enrique Troncoso y productores en las CCSF Manuel Cordero. Este trabajo contribuyó al ahorro en hormonas sintéticas, mejorando la rentabilidad.

También, Saldaña, Cruz, Suárez, & Velásquez (2015) en su trabajo con título Evaluación del prendimiento de estacas de especies de las familias *Euforbiaceae* y *Urticaceae* realizado en Chile sostienen que con agua de coco y cristales de sábila se da un buen porcentaje de supervivencia de las estacas, así mismo las masas radiculares tendieron a ser mayores cuando se combinó el agua de coco con los cristales de sábila, y no hubo una diferencia significativa comparando Hormonagro con los enraizantes de procedencia natural.

Ballesteros & Peña (2012) en su trabajo Evaluación de cuatro enraizadores y tres métodos de aplicación en *Sedum acre* L., *Sedum luteoviride* R.T. Clausen, *Sedum reflexum* (L.) Grulich y *Sedum sediforme* (Jacq.). Realizado en la Universidad Nacional de Colombia, sostienen que el extracto de *Aloe Vera* es uno de los mejores promotores de raíces. Los autores realizaron una inmersión de las estacas además de darles un tratamiento foliar a las mismas, por otro lado el extracto de Sauce no tiene resultados óptimos en las especies en las cuales los autores trabajaron, los fertilizantes y hormonas comerciales tienen diferencias muy significativas y son más eficientes que el extracto de sauce.

Borges, León, Marturet, & Barrios (2016) en su trabajo realizado en estacas de morera (*Morus alba* L.) sometidas a extractos vegetales, encontraron que existe potencial de emplear los extractos etanólicos de *Gliricidia sepium*, *Melissa officinalis* y *Coleus amboinicus* obtenidos a partir de sus brotes jóvenes (cogollos) para favorecer la propagación vegetativa de la morera durante la fase inicial de crecimiento. Esto, podría contribuir a establecer un manejo orgánico para esta especie. El extracto de Aloe Vera, Sauce y agua de coco no tuvieron buenos resultados.

De la misma forma, Almeida Zambrano (2010) en su trabajo Efecto del extracto de Aloe Vera L. en la producción de plántulas de *Solanum lycopersicum* L. (tomate), en condiciones de Cepellón realizado en Latacunga-Ecuador. Concluye que la aplicación foliar del extracto de A. vera en las plántulas de tomate, en casas de cultivo, produjo incrementos en la altura y número de hojas, así como número de raíces, longitud y volumen radicular, alcanzando promedios superiores con las dosis del 4 y 6 %. La utilización de extracto de A. vera permite obtener plántulas de mayor calidad para el trasplante con dosis de 4 y 6 %.

Heras (2014) en su investigación titulada Germinación de semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Machala-Ecuador, concluye que las semillas de cacao con los tratamientos agua de coco, fue la que mejor resultado presentó por su precocidad y las plantas procedentes de semillas tratadas con el agua de coco fue superior estadísticamente con respecto a las otras proporciones y al testigo absoluto.

Franco, Amaya, & Torres (2016) en su trabajo sobre esquejes de Tallo Lateral en Genotipos de *Solanum phureja*. Citan que la mejor metodología de enraizamiento, la cual presenta un 100% de enraizamiento, es la aplicación de Hormonagro 1 (ácido alfa-naftalenacético al 0.4%), complementado con el trasplante en un sustrato de turba durante 30 días, se obtiene que el 96% de los esquejes enraizara. Asimismo se encontró que, en *S. phureja*, es preferible al uso de penca de sábila como inductor de enraizamiento, encontrándose un porcentaje de sobrevivencia de esquejes a los 30 días de 100%.

2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Variable independiente

Agua de Coco

Montenegro (2015) manifiesta que debido a componentes tales como azúcares, vitaminas, minerales, electrolitos (como el potasio, magnesio, calcio, sodio y fósforo), enzimas, aminoácidos, citoquininas, y fitohormonas, hacen que el agua de coco sea un producto idóneo para su utilización dentro de la nutrición y fertilización en plantas.

Al igual que en la miel de abeja, la composición del agua de coco varía de acuerdo a la variedad, clima, suelo, y demás condiciones agro meteorológicas, así también por la etapa de madurez en la que se encuentre el fruto.

Extracto de Sábila

De la Cruz (1994) menciona que la sábila es una planta de Arabia y noroeste de Africa, cuyos lazos con la humanidad datan de hace mucho tiempo. Su nombre común sábila, procede de la voz árabe " sabaira " que significa " amargo " y el género científico *Aloe* proviene de otra palabra árabe " Alloeh" que significa " sustancia brillante amargosa ".

El mismo autor manifiesta que en el área agronómica, el jugo de sábila se ha usado experimentalmente como repelente e insecticida en larvas presentes en algunas plantas

tuberosas, obteniéndose muy buenos resultados. De igual manera se ha reportado la experimentación para el control de enfermedades virales en papa, presentando una acción inhibitoria media en comparación con otros extractos de origen vegetal. La sábila contiene minerales como: Calcio, magnesio, potasio, cromo y fosforo.

Extracto de Sauce

Zapata, Solarte, & Calle (2012) mencionan que el género *Salix* reúne unas 300 especies originarias de América, Europa y Asia, la mayor parte de ellas propias de las regiones frías y templadas del hemisferio norte. *Salix humboldtiana*, la única especie nativa de Centro y Suramérica, se distribuye naturalmente desde el centro de México hasta los 44° S en Argentina y Chile. En Colombia y Ecuador, el sauce crece a lo largo de los ríos, quebradas, áreas pantanosas y lagos, bien sea aislado o formando rodales puros, entre 500 y 2.800 metros de elevación en las tres cordilleras, aunque su desempeño es mejor entre los 1.000 y los 2.600 msnm. El sauce es una fuente natural de auxinas, además contiene gran cantidad de fosforo y potasio.

2.2.2. Variable dependiente

Fisiología del enraizamiento

Valencia (2014) indica que el origen y desarrollo de las raíces adventicias en las estacas se divide en tres fases; 1) Iniciación de grupos de células meristemáticas, 2) diferenciación de esos grupos de células en primordios de raíz reconocible y 3) desarrollo y emergencia de las nuevas raíces incluyendo la ruptura de otros tejidos del tallo, y la formación de conexiones vasculares con los tejidos conductores de la estaca.

Así mismo señala que, en la mayoría de plantas la formación de raíces pasa luego de que se ha hecho la estaca de tallo, el origen de la mayoría de raíces adventicias se encuentra en grupos de células que son capaces de volverse meristemáticas, estas células generalmente están situadas fuera y entre los haces vasculares. Estos pequeños grupos de células, continúan dividiéndose y se desarrollan para formar el primordio de la raíz.

La punta de la raíz sigue creciendo hacia afuera a través de la corteza saliendo por la epidermis del tallo.

El mismo autor manifiestan que en tallos leñosos se encuentran una o más capas de xilema y floema secundarios, las raíces adventicias de estacas de tallo, se originan en el tejido del floema joven secundario, también pueden originarse de otros tejidos, como los vasculares, el cambium y la médula. Al emerger del tallo la raíz adventicia generalmente tiene diferenciadas una cofia y los sistemas de tejidos ordinarios en la raíz así como una conexión vascular completa con el tallo del cual se originó. Una vez que se han hecho las estacas y se han colocado en condiciones favorables para el enraizamiento se forma un callo en el extremo basal de la estaca. Esta es una masa irregular de células parenquimatosas en diferentes estados de lignificación, el crecimiento del callo se origina de las células de la región del cambium vascular y el floema adyacente aunque distintas células de la corteza y médula también pueden contribuir a su formación. Con frecuencia las primeras raíces aparecen a través del callo, conduciendo esto a la suposición de que la formación del callo es esencial para el enraizamiento, sin embargo la formación de raíces y de callo son independientes, el hecho de que ocurran de manera simultánea se debe a su dependencia de condiciones internas y ambientales análogas.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

Los extractos botánicos tienen un efecto enraizante positivo en las estacas de Babaco.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. OBJETIVO GENERAL

Aplicar sustancia orgánicas con principios enraizantes para la propagación de babaco.

3.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el efecto del agua de coco, extracto de sábila y extracto de sauce en tres diferentes dosis el enraizamiento de estacas de babaco.

Medir el desarrollo radicular de estacas de babaco, bajo la inducción de sustancias orgánicas.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se realizó en la propiedad del Ing. Vicente Erazo, localizada en las coordenadas geográficas: Latitud: 1° 18'08.08" S y Longitud: 78° 30'17.08" O, a una altura de 2319 msnm, ubicada en el barrio San Francisco, cantón Patate, Provincia de Tungurahua.

4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

Valencia (2014) menciona que los suelos de esta zona están clasificados como limosos (polvo) Isothermic que se caracterizan por ser un suelo joven, con poca materia orgánica. En cuanto al nivel de fertilidad estos suelos presentan: Nitrógeno bajo, fósforo medio y potasio muy alto, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) es baja y la saturación de bases es alta. Estas cualidades del suelo se determinaron mediante un análisis de suelo desarrollado en la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica.

El mismo autor menciona que el clima en el Cantón Patate es agradable y generalmente cálido y templado. Hay precipitaciones durante todo el año. Hasta el mes más seco aún tiene mucha lluvia y dicho mes es Agosto. El clima en este Cantón se clasifica como Cfb por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura promedio en Patate es 16.5 ° C con precipitaciones promedio 888 mm.

4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

4.3.1. Equipos

Regadera
Bomba de fumigar
GPS

4.3.2. Materiales

Material Vegetal
Extracto de Sábila
Extracto de Sauce
Agua de Coco.
Sustrato
Funda negras para planta 6x8
Computador
Agenda de campo
Lápiz

4.4. FACTORES EN ESTUDIO

A. SUSTANCIAS ENRAIZANTES

- S1 (Agua de coco)
- S2 (Extracto de sábila)
- S3 (Extracto de sauce)

B. DOSIS

- D1 (5%)
- D2 (10%)
- D3 (15%)

4.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos evaluados en la presente investigación se presentan en la tabla 1, que resultaron de la combinación de los factores en estudio: sustancias enraizantes y dosis.

Tabla 1: Tratamientos evaluados

TRATAMINETOS		
NO. TRATAMINETOS	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
1	S1D1	Agua de coco al 5%
2	S1D2	Agua de coco al 10%
3	S1D3	Agua de coco al 15%
4	S2D1	Extracto de sábila al 5%
5	S2D2	Extracto de sábila al 10%
6	S2D3	Extracto de sábila al 15%
7	S3D1	Extracto de sauce al 5%
8	S3D2	Extracto de sauce 10%
9	S3D3	Extracto de sauce 15%
10	T	Sin ningún tratamiento

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, en un arreglo factorial 3x3+1 con tres repeticiones. Para la comparación de promedios se utilizó la prueba de TUKEY al 5%.

4.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los resultados fueron procesados mediante la utilización de programas informativos tales como Excel e Infostat. Los resultados se presentaron en tablas.

5. VARIABLES RESPUESTA

5.1. NÚMERO DE DIAS A LA BROTAÇÃO

Se determinó por observación directa, los datos se tomaron cuando los brotes empezaron a aparecer.

5.2.VOLUMEN RADICULAR

Para determinar el volumen radicular se utilizó el método de Arquímedes, que consiste en sumergir la raíz en un envase con volumen de agua conocido y aforado a tope, después de sumergir la raíz un volumen de agua debe haber derramado por el envase, la medida inicial menos la final del envase nos dará como resultado el volumen radicular. Este procedimiento se realizará un mes después de haber sido instaurado el ensayo en campo

5.3.PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA

El porcentaje de enraizamiento se determinó contabilizando el número de estacas vivas, después de un mes de instaurado el ensayo, utilizando la siguiente formula:

$$\%Enraizamiento = \frac{\#Estacas Vivas}{\#Estacas Totales} \times 100$$

5.4.NÚMERO DE BROTES

El número de brotes se determinó un mes después de haber sido instalado el ensayo, se contarán las hojas que hayan brotado y que tengan la forma característica de la especie, sin malformaciones.

6. MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.1.PREPARACIÓN DE LAS ESTACAS

Las estacas de babaco se obtuvieron de plantas del cantón Patate, las plantas de babaco se encontraron a campo abierto, las estacas tuvieron un largo de 15cm, con un diámetro aproximado de 1cm, el material vegetal provino de la parte apical de las plantas.

6.2.SUSTRATOS

El único sustrato que se utilizó fue tierra negra de paramo.

6.3.SUSTACIAS ENRAIZANTES

6.3.1. AGUA DE COCO

Los cocos maduros fueron provenientes del Cantón Muiste, provincia de Esmeraldas. Para la extracción de su contenido se realizó un pequeño orificio en la parte inferior de los mismos. Se utilizó 5 cocos.

6.3.2. EXTRACTO DE SÁBILA

Se obtuvo de 4 hojas de sábila de un tamaño aproximado de 30 cm, se retiró la epidermis y la medula gelatinosa se extrajo manualmente.

6.3.3. EXTRACTO DE SAUCE

El material vegetal para el extracto se recogió en la parroquia Salasaca, Cantón Pelileo. El extracto se preparo por maceración, se picó el material vegetal y se lo dejó reposar en agua por 3 días, al tercer día se hirvió esta solución y se dejó enfriar, el material vegetal fue de 1kg en 2lt de agua.

6.4.IMPLANTACIÓN DE LAS ESTACAS

Las estacas se dejaron en las soluciones en sus diferentes concentraciones por una noche, después del remojo se implantaron en fundas negras 6x8 pulgas, llenas con un único sustrato que fue tierra negra de páramo.

6.5.LABORES CULTURALES

Las fundas con estacas se mantuvieron limpias de malas hierbas, además el riego fue de 2 a 3 veces por semana, según las precipitaciones.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base al Análisis de Varianza y la prueba de Tukey al 5% el agua de coco en sus tres dosis fueron los tratamientos que se observó que tuvieron mejor resultado (S1D1,S1D2,S1D3). El agua de coco al 15% el tratamiento que mejor resultado, diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos.

Montenegro, (2015) en su trabajo: "Evaluación de tres enraizantes en el cultivo de *Lotus corniculatus* en el Centro Experimental San Francisco, Huaca – Carchi." destaca al agua de coco como su mejor sustancia enraizante, concordando con la presente investigación.

Tabla 2: Resumen del Análisis de Varianza y prueba de Tukey al 5%

TRATAMIENTOS	NO. DIAS A LA BROTACION(#)	NO. BROTES(#)	VOLUMEN RADICULAR(MM)	% SUPERVIVENCIA (%)
S1D1	37,63 c	1,73 abc	8,70 bc	100,00 a
S1D2	34,63 b	1,97 ab	10,03 ab	100,00 a
S1D3	30,13 a	2,43 a	12,67 a	100,00 a
S2D1	39,93 cd	1,47 bc	7,63 bc	90,00 ab
S2D2	39,40 cd	1,43 bc	8,53 bc	86,67 abc
S2D3	39,11 cd	1,59 bc	7,76 bc	80,18 abcd
S3D1	39,47 cd	1,27 bc	7,53 bc	63,33 d
S3D2	39,43 cd	1,37 bc	7,27 bc	66,67 cd
S3D3	39,35 cd	1,35 bc	7,65 bc	70,00 bcd
TESTIGO	40,47 d	1,00 c	6,43 c	60,00 d

El tratamiento S1D3 (Agua de Coco al 15%) obtuvo la mejor categorización según Tukey al 5% en todas las variables medidas, los brotes vegetativos presentaron mayor rapidez (30,13 días), de igual manera el número de brotes fue superior a otros tratamientos (2.47 brotes), las estacas obtuvieron un mayor volumen radicular (12,67 mm), y por último el porcentaje de supervivencia fue 100%, siendo así este tratamiento el que mejor resultados arrojó , concordando con (Heras, 2014) que en su investigación titulada: "germinación de semillas de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la granja santa inés " en el que arrojó el resultado que el Agua de Coco al 15% desarrollo un mejor volumen radicular, con mayor número de brotes y con un porcentaje de supervivencia del 95%.

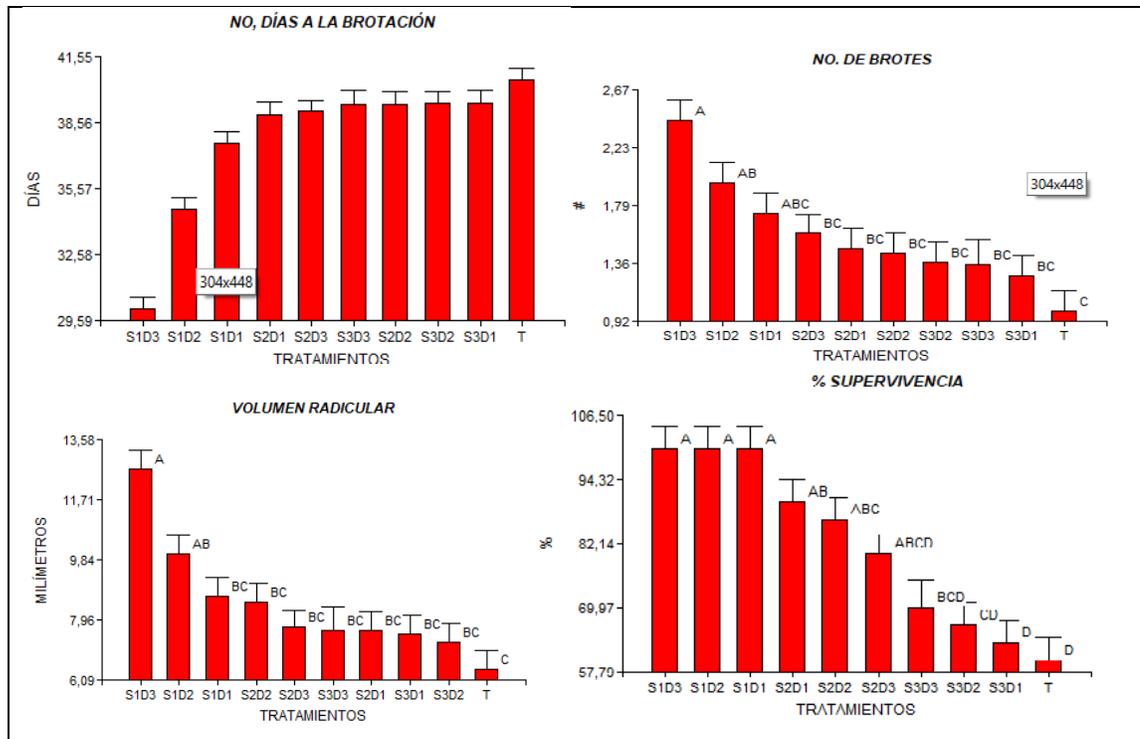


Figura 1: Prueba de Tukey al 5% de las cuatro variables en estudio

En cuanto al número de días a la primera brotación el tratamiento S1D3 (agua de coco al 15%) tuvo el mejor resultado, las estacas brotaron vegetativamente a los (30,13 días), comparando este resultado con el testigo (40,47 días) la diferencia estadística es muy significativa. Estos resultados concuerdan con Perez, Rodriguez, & Manta (2002), en su trabajo realizado en estacas de Acacia, en el cual estas estacas brotaron con mayor rapidez que las estacas del resto de tratamientos.

Por otro lado el número de brotes alcanzó un mayor número (2,43 brotes) con el mismo tratamiento S1D3 (agua de coco al 15%). Según Tukey al 5% este tratamiento se destacó de los demás, y está en una categoría diferente. El testigo es estadísticamente diferente con todos los tratamientos.

Por otra parte el volumen radicular fue de (12,67mm) con el tratamiento agua de coco al 15%, este resultado es estadísticamente diferente de los volúmenes radiculares de los otros tratamientos. Comparando con el testigo (6,43mm) la diferencia es muy marcada.

En cuanto al porcentaje de supervivencia el agua de coco en sus tres concentraciones obtuvo el (100%) de supervivencia, es decir ninguna estaca murió. En comparación con el testigo (60%), hay diferencia altamente significativa entre estos tratamientos.

El tratamiento S1D3 (agua de coco al 15%) presenta coherencia en sus resultados de acuerdo a la fisiología de enraizamiento, ya que al brotar sus yemas vegetativas con mayor rapidez las estacas presentando un mayor desarrollo, así como también un mayor número de brotes y volumen radicular.

Los tratamientos en los cuales se usó tres concentraciones de extracto de sábila se clasificaron según Tukey en una misma categoría en las variables: número de días a la brotación, número de brotes y volumen radicular; en cuanto al porcentaje de supervivencia los tres tratamientos tuvieron una categorización diferente.

El extracto de sábila al 5% (S2D1) en comparación con el testigo promovió el enraizamiento en las estacas de babaco, es así que según (Almeida Zambrano, 2010) en su trabajo "Efecto del extracto de *Aloe Vera L.* en la producción de plántulas de *Solanum lycopersicum L.* (tomate), en condiciones de Cepellón" el extracto de aloe fue promotor del enraizamiento en tomate, al igual que en este trabajo lo fue para el babaco, no con tanta efectividad como con el agua de coco, además el mismo autor destaca como mejor tratamiento al extracto de sábila al 10%, pero en la presente investigación el resultado fue que no hay diferencia estadística entre ninguna de los tratamientos que involucran extracto de sábila (S2D1,S2D2,S2D3), tan solo en el porcentaje de supervivencia la dosis al 5% fue superior.

Por otro lado se encuentran los extractos de sauge en sus diferentes dosis, los mismos que se categorizan según la prueba de Tukey al 5% como estadísticamente iguales o no significativos, además son estadísticamente iguales con los extractos de aloe en sus distintas dosis, pero se diferencian del testigo, lo que nos da a suponer que de igual manera tuvieron un aporte positivo en el enraizamiento.

Extracto de sauge al 15% (S3D3) fue el que sobresalió, ya en la variable porcentaje de supervivencia se categorizó mejor que el resto de dosis del mismo extracto (70,00%), coincidiendo con (Ballesteros, 2012) en su trabajo: Evaluación de cuatro enraizadores y

tres metodos de aplicacion en *Sedum acre L*, *Sedum luteoviride R.T.Clausen*, *Sedum reflexum (L.) Grulich* y *Sedum sediforme (Jacq.)* en el cual este mismo extracto en la misma dosis fue el mejor enraizante.

El testigo fue el tratamiento con el cual se obtuvieron peores resultados, lo que nos permite interpretar que de alguna manera todos los extractos tiene un efecto en el enraizamiento.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. CONCLUSIONES

Se evaluó el efecto enraizante de agua de coco, extracto de sabila y de sauce en estacas de babaco, llegando a concluir que la mejor sustancia enraizante es el agua de coco, lo que nos conduce a una forma barata y ecológica de enraizar estacas de cualquier especie, usando una sustancia de origen natural que además de ser amigable con el medio ambiente, es muy efectiva.

Se determinó el volumen radicular de las estacas de babaco después de aplicar las sustancia enraizantes, lo que arrojó una notable diferencia del agua de coco al 15%, siendo el volumen radicular el más alto (12,67mm)

Se estableció el porcentaje de enraizamiento de las estacas de babaco, los tratamientos de agua de coco en sus tres dosis obtuvieron en 100% de supervivencia.

Se evaluó el número de brotes, siendo el agua de coco al 15% el tratamiento que mayor número de brotes originó (2,43 brotes), lo que tiene lógica ya que este extracto desarrolló mejor todas las variables en estudio, los brotes vegetales se desarrollaron más temprano, hubo mejor volumen radicular, por lo que el número de brotes fue mayor.

6.2. BIBLIOGRAFÍA

Almeida Zambrano, D. M. (2010). *Efecto del extracto de Aloe Vera L. en la producción de plántulas de Solanum lycopersicum L. (tomate), en condiciones de Cepellón. LATACUNGA / UTC / 2010. Retrieved from <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3528>*

Ballesteros, I., & Peña, R. (2012). *Evaluación de cuatro enraizadores y tres métodos de aplicación en Sedum acre L, Sedum luteoviride R.T.Clausen, Sedum reflexum (L.) Grulich y Sedum sediforme (Jacq.) Pau. Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/9746/>*

Borges, J. A., León, M., Marturet, E., & Barrios, M. (2016). FITOESTIMULACIÓN EN ESTACAS DE MORERA (Morus alba L.) MEDIANTE EXTRACTOS VEGETALES. *Bioagro*, 28(3), 215–219. Retrieved from [http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev28\(3\)/9.ms.1547.pdf](http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev28(3)/9.ms.1547.pdf)

De la Cruz, J. (1994). *Cultivo Alternativo para las zonas Áridas y Semiáridas de México. Scielo.*

Escobar, D. (2012). “ *Efectos a la aplicación de tres estimulantes radicales en la producción vegetativa de estacas de Babaco (Carica pentágona Hilb) en el cantón Ibarra , provincia de Imbabura. Universidad Estatal de Ibarra.*

Franco, L. A. R., Amaya, C. M. Z., & Torres, J. M. C. (2016). Evaluación de Metodologías de Enraizamiento de Esquejes de Tallo Lateral en Genotipos de Solanum phureja. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 7(2), 192–203. <https://doi.org/10.18359/RFCB.2103>

García, M., Hernández, R., Ramos, J., & González, B. (2014). Modificación a la metodología de la propagación acelerada de Psidium guajaba (guayaba) por segmentos de estacas utilizando del extracto de Aloe vera (sábila). *Revista Universidad de Pinar. Retrieved from <http://www.buscagro.com/biblioteca/Maria-Jo-Garcia/Extracto-de-Aloe-vera.pdf>*

- Giraldo, L., Ríos, H., & Polanco, M. (2009). Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos. *Revista de Investigación Agraria Y Ambiental RIAA*, 0(1), 41–47. Retrieved from https://academia.unad.edu.co/images/investigacion/hemeroteca/RIAA/RIAA_Vol0_N1_2009/efecto de dos enraizadores en tres especies forestales.pdf
- Heras, F. D. (2014). *GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN LA GRANJA SANTA INÉS*. Machala : Universidad Técnica de Machala. Retrieved from <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/881>
- Jacome, J. F. (2011). *Evaluación de tres mezclas de sustratos y tres fitohormonas en enraizamiento de brotes laterales de Babaco, Barrio Pinllocruz, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha*. Universidad Técnica de Cotopaxi. <https://doi.org/d>
- Montenegro, S. (2015). *Evaluación de tres enraizantes en el cultivo de Lotus corniculatus en el Centro Experimental San Francisco, Huaca – Carchi*. Universidad Politécnica Estatal de Carchi. Retrieved from <http://www.repositorioupec.edu.ec/bitstream/123456789/349/1/246> Evaluación de tres enraizantes en el cultivo de Lotus corniculatus en el Centro Experimental San Francisco.pdf
- Perez, R., Rodriguez, C., & Manta, M. (2002). DENDROLOGIA Y PROPAGACION VEGETATIVA DE Acacia horrida (“HUARANGUILLO”) MEDIANTE ESTACAS INDUCIDAS EN TRES SUSTANCIAS ENRAIZANTES, USANDO TRES SUSTRATOS. *Scielo*.
- Quisintuña, E. (2014). *ESTUDIO DEL EFECTO DEL GEL DE PENCA DE SÁBILA (Aloe vera Miller) SOBRE LA VIDA ÚTIL DEL BABACO (Carica pentagona L) PRODUCIDO POR LOS AGRICULTORES DE LA PARROQUIA SAN MIGUELITO*. Trabajo. Universidad Técnica de Ambato.
- Robles, A., Herrera, L., & Torres, R. (2016). El babaco (Vasconcellea heilbornii var. pentagona Badillo). Principales agentes fitopatógenos y estrategias de control Babaco (Vasconcellea heilbornii var. pentagona Badillo). Major plant pathogens

and control strategies Angel. *Centro Agrícola*, 43(2), 83–92. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852016000200011

Saldaña, D. S., Cruz, H. G. C., Suárez, Á. G., & Velásquez, J. E. (2015). Evaluacion del prendimiento de estacas de especies de las familias Euforbiaceae y Urticaceae. *Momentos de Ciencia*, 7(2). Retrieved from <http://www.udla.edu.co/revistas/index.php/momentos-de-ciencia/article/view/195>

Valencia, J. (2014). *PROPAGACIÓN POR ESQUEJES HERBÁCEOS DE JIGACHO (Vasconcella stipulata V. Badillo)*. Universidad Técnica de Ambato.

Zapata, Y., Solarte, A., & Calle, Z. (2012). El sauce. In *Manejo Sostenible de Ficas Ganaderas* (p. 55).

6.3. ANEXOS

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NO. DIAS A LA BROTACION	30	0,94	0,91	2,46

*Datos desbalanceados en celdas.
Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!*

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	267,46	11	24,31	28,06	<0,0001
REPETICIONES	0,27	2	0,14	0,16	0,8546
TRATAMIENTOS	267,18	9	29,69	34,26	<0,0001
Error	15,60	18	0,87		
Total	283,05	29			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,75877

Error: 0,8664 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
S1D3	30,13	3	0,54	A
S1D2	34,63	3	0,54	B
S1D1	37,63	3	0,54	C
S2D1	38,93	3	0,54	C D
S2D3	39,11	4	0,47	C D
S3D3	39,35	2	0,66	C D
S2D2	39,40	3	0,54	C D
S3D2	39,43	3	0,54	C D
S3D1	39,47	3	0,54	C D
T	40,47	3	0,54	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Análisis de la varianza

NO. BROTES

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NO. BROTES	30	0,78	0,65	16,83

*Datos desbalanceados en celdas.
Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!*

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,54	11	0,41	5,93	0,0005
REPETICIONES	0,16	2	0,08	1,16	0,3371
TRATAMIENTOS	4,37	9	0,49	6,99	0,0002
Error	1,25	18	0,07		
Total	5,79	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,78139*Error: 0,0695 gl: 18*

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
S1D3	2,43	3	0,15	A	
S1D2	1,97	3	0,15	A	B
S1D1	1,73	3	0,15	A	B C
S2D3	1,59	4	0,13		B C
S2D1	1,47	3	0,15		B C
S2D2	1,43	3	0,15		B C
S3D2	1,37	3	0,15		B C
S3D3	1,35	2	0,19		B C
S3D1	1,27	3	0,15		B C
T	1,00	3	0,15		C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***VOLUMEN RADICULAR**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VOLUMEN RADICULAR	30	0,83	0,72	11,79

*Datos desbalanceados en celdas.**Para otra descomposición de la SC**especifique los contrastes apropiados.. !!***Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	86,18	11	7,83	7,93	0,0001
REPETICIONES	1,12	2	0,56	0,57	0,5780
TRATAMIENTOS	85,06	9	9,45	9,57	<0,0001
Error	17,78	18	0,99		
Total	103,96	29			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,94548

Error: 0,9877 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
S1D3	12,67	3	0,57	A
S1D2	10,03	3	0,57	A B
S1D1	8,70	3	0,57	B C
S2D2	8,53	3	0,57	B C
S2D3	7,76	4	0,50	B C
S3D3	7,65	2	0,70	B C
S2D1	7,63	3	0,57	B C
S3D1	7,53	3	0,57	B C
S3D2	7,27	3	0,57	B C
T	6,43	3	0,57	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

% SUPERVIVENCIA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% SUPERVIVENCIA	30	0,87	0,79	9,06

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6687,02	11	607,91	11,02	<0,0001
REPETICIONES	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
TRATAMIENTOS	6687,02	9	743,00	13,47	<0,0001
Error	992,98	18	55,17		
Total	7680,00	29			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=22,01341

Error: 55,1657 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
S1D3	100,00	3	4,29	A
S1D2	100,00	3	4,29	A
S1D1	100,00	3	4,29	A
S2D1	90,00	3	4,29	A B
S2D2	86,67	3	4,29	A B C
S2D3	80,18	4	3,75	A B C D
S3D3	70,00	2	5,25	B C D
S3D2	66,67	3	4,29	C D
S3D1	63,33	3	4,29	D
T	60,00	3	4,29	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

CAPÍTULO VII

PROPUESTA

TITULO

Efecto enraizante del agua de coco en babaco.

7.1. DATOS INFORMATIVOS

Se localizará en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, conjuntamente con la asesoría técnica de ingenieros agrónomos.

7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

De acuerdo a los registros del agua de coco como enraizantes es importante probar diferentes dosis, tiempos de aplicación, repeticiones en la aplicación, además puede ser usada como un enraizante en cultivos ya establecidos, siendo una alternativa con bajo costo y amigable con el medio ambiente.

7.3. JUSTIFICACIÓN

Con los estudios del potencial enraizante del agua de coco puede ser una alternativa para los agricultores como un producto enraizante, dejando de depender de hormonas que pueden llegar a ser perjudiciales para la salud y que contaminan el medio ambiente. Fomentando un tratamiento enraizante que sea de fácil acceso para el agricultor, amigable con el medio ambiente y que no perjudique la salud de productores ni consumidores.

7.4. OBJETIVOS

- Estudiar el potencial enraizante del agua de coco en babaco.

7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Con la aplicación de esta propuesta se podrá disminuir los costos de producción de los agricultores, además de mitigar el impacto ambiental que tiene la agricultura en los diferentes ecosistemas en los que se desarrolla.

7.6.FUNDAMENTACIÓN

Para poder utilizar distintos tipos de dosis es necesario el estudio de la fenología de la especie en la cual se aplicara la sustancia enraizante, se debe tomar en cuenta variables representativas para poder medir la eficiencia del agua de coco en otras especies.

7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

- **Aplicación de la sustancia enraizante**

Utilizar la sustancia enraizante en la especie vegetal conociendo la fenología de la misma, repetir la aplicación cada 15 días por lo menos, potenciando el enraizamiento.

- **Observación**

Se determina semanalmente los cambios producidos en la especie vegetal

7.8. ADMINISTRACIÓN

Se trabajará con los productores e investigadores de cada uno de los sectores. Conjuntamente con la supervisión y asistencia técnica de profesionales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato.